



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

RADIOLOGIA Y MEDICINA FISICA

EFECTO DE LA MAGNETOTERAPIA PUNTUAL
SOBRE LA INFLAMACION PRODUCIDA CON
CARRAGENINA. ESTUDIO EXPERIMENTAL
SOBRE RATA WISTAR.

AUTOR: Carlos Gálvez Martínez.

DIRECTOR: Juan Ramón Zaragoza Rubira

12 de Febrero de 1987

T.O.
G/A3

EFFECTO DE LA MAGNETOTERAPIA PUNTUAL SOBRE LA INFLAMACION
PRODUCIDA CON CARRAGENINA.- ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE RATA
WISTAR.-

JUAN RAMON ZARAGOZA RUBIRA, Catedrático
de Radiología y Medicina Física de la Fa-
cultad de Medicina de Sevilla,

C E R T I F I C A

que ha dirigido el trabajo titulado "Efec-
to de la magnetoterapia puntual sobre la
inflamacion producida con carragenina. Es-
tudio experimental sobre rata Wistar", rea-
lizado por D. Carlos Galvez Martinez, y que
dicho trabajo reúne las conducciones nece-
sarias para optar al grado de Doctorado.



Sevilla, 12 de febrero, 1987.

Juan Ramon Zaragoza Rubira

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
SECRETARIA GENERAL

Queda registrada esta Tesis Doctoral
al folio 79 número 14 del libro
correspondiente.

Sevilla, 16 MAR. 1987

El Jefe del Negociado de Tesis,

Isabel González

A MODO DE AGRADECIMIENTO.-

Enmudecidas ya las tesis, los programas, las siglas y las palabras, se nos hace un hueco no medicinal en el alma que aconseja reflejos humanos de bien nacido.

En la elaboración de las teorías, la madurez de los pensamientos, la presentación de los textos y todo lo relacionado con este trabajo, intervinieron un sin número de personas doctos unos y amigos otros que con la peculiaridad propia de cada cual fueron piezas importantes en este proyecto. Ellos aportaron más que un grano de arena e influyeron decisivamente en lo que de apoyo moral tuvieron que ver con este autor.

Y ahora, cuando se queda la mente tranquila y la satisfacción a plenitud por el deber cumplido se le viene a la voz, al alma y a la pluma la necesidad de agradecer. Se siente liberada la esencia de lo estudiado y se desvía el espíritu al agradecimiento. Se palpa en cada hoja una dosis de caudal colaborador que engrandece la obra y enorgullece al autor.

Al Profesor Dr. Don Juan Ramón Zaragoza Rubira. Catedrático de Radioterapia y Terapéutica Física de la Facultad de Medicina de Sevilla.

Al Dr. en Veterinaria Don Rafael Fernández Alvarez. Director Jefe del Servicio de Animales de Investigación de la Facultad de Medicina de Sevilla.

Dra. en Farmacia D^a M^a Rosa Jiménez-Castellanos Ballesteros. Departa-

mento de Farmacia Galénica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla.

Srtas. Catalina Téllez Acosta y Marina López Cabrera. Secretarias.

A todos, gracias.

Desde la orla que amparó los distintos conocimientos hasta lo que de amistad se quedó plasmado en unos renglones, gracias.

Y con toda la entereza que debe distinguir a los bien nacidos este autor se reitera en los mil agradecimientos que de por vida se insertan en estas páginas y también en el propio sentir de quien lo hace.

Y en la orla de la hermandad, en la acumulación de tanta fraternidad vivida y compartida el sello de todo ello en este agradecimiento sincero a mi hermano Angel, colega también en estas galenías y amparador, impulsor y amador de cuantas esencias virtuales y novedosas se viven en esta obra.

A ti hermano Angel, mi reconocida admiración y mi agradecimiento con toda la nobleza de hermano.

Y que sea esta obra una aportación positiva para el mejoramiento del hombre acaparador de todos los enigmas.

Carlos Gálvez Martínez.-

INDICE

INDICE.-

	Páginas
Capítulo 1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
Capítulo 2.- PUESTA AL DIA	2-160
2-1.- Antecedentes históricos	2-10
2-2.- Magnetismo. Conceptos físicos.	
Teorías básicas	11-22
2-3.- Magnetoterapia en general. Efectos biológicos, aplicaciones, equipos de magnetoterapia.	23-53
2-4.- Magnetoterapia puntual, magnetóforos, aparatos de magnetoterapia puntual y placas magnéticas.	54-68
2-5.- Indicaciones y contraindicaciones de la magnetoterapia puntual.	69-111
2-6.- La Inflamación	112-127
2-7.- Formas de tratamiento de la Inflamación.	128-151
2-8.- Inflamaciones experimentales, tipos y agentes desencadenantes empleados.	152-160
Capítulo 3.- MATERIAL Y METODOS	161-187
3-1.- Material.	161-170
3-1-1.- Animales empleados en el estudio.	161
3-1-2.- Material empleado como generador de la inflamación.	162-163
3-1-3.- Material operatorio empleado.	164-165
3-1-4.- Material terapéutico empleado.	166-170
3-2.- Métodos.	171-187
3-2-1.- Establecimiento de los grupos de animales para el estudio y clasificación de los mismos.	171-174

3-2-2.- Metodología seguida para producir el proceso inflamatorio experimental.	175-181
3-2-3.- Técnica de colocación de los magne- tóforos.	182-183
3-2-4.- Recogida de datos.	184
3-2-5.- Estudio de los datos obtenidos, aná- lisis y tratamiento de la información.	185-187
Capítulo 4.- RESULTADOS.	188-247
Capítulo 5.- DISCUSION.	248-262
Capítulo 6.- RESUMEN.	263-265
Capítulo 7.- CONCLUSIONES.	266-270
Capítulo 8.- BIBLIOGRAFIA.	271-280

- CAPITULO 1 -

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

INTRODUCCION Y OBJETIVOS.-

" La energía magnética es la energía elemental básica para la vida del organismo ". Esta frase sugestiva del Premio Nobel de Física de 1.932 del Profesor Heisemverg, sólomente ha podido ser comprendida en su totalidad a partir de la década de los años 70 cuando por equipos especialmente diseñados para generar campos magnéticos, o aplicada directamente mediante magnetóforos, la magnetoterapia ha entrado a formar parte del arsenal terapéutico físico aplicado en varios campos de la patología.

Después de las primeras fases empíricas, hoy día se hace preciso reclamar a esta técnica el carácter científico que debe tener en orden a valorar con la máxima exactitud sus indicaciones, dosificación, metodología y eventuales contraindicaciones. El único medio que la ciencia posee para este fin, es el método experimental o método científico, que partiendo de la experimentación animal permite ir generando las bases de un conocimiento que ulteriormente puede ser aplicado a la clínica, una vez desligado totalmente del empirismo.

El objetivo de este trabajo se demuestra en animales de experimentación los efectos de la magnetoterapia continua, por aplicación de magnetóforos, contra los procesos inflamatorios inespecíficos generados por inclusión de cuerpos extraños, y sustancias irritantes de reconocido efecto generador de inflamación como la solución de carragenina.

- CAPITULO 2 -

PUESTA AL DIA

2 - 1

ANTECEDENTES HISTORICOS.-

Desde los tiempos prehelénicos, refiriéndonos a la cultura del mundo occidental, en los albores del siglo VII a. de J.C. y mucho antes en el área de las civilizaciones orientales, cuando pasada la fase en la que la medicina deja de ser patrimonio directo de las divinidades y empieza a perder su carácter exclusivamente mágico-religioso. Cuando se trata iniciando el concepto racionalista aplicado a la naturaleza, tratando de hallar sus consecuencias primarias. Pronto, independiente de la religión, los médicos griegos, especialmente los jónicos de Asia Menor y concretamente en el Asclepeion de Kos, intentan buscar el origen "fisis" de las enfermedades a las que ya no consideran castigo divino, intentan hallar las relaciones causa-efecto que pudieran haber en las enfermedades, considerando como agentes patógenos los excesos físicos, las dietas desordenadas y la relación con ciertos lugares especialmente insanos, pantanosos, etc... Y todo ello, con algunos tipos de enfermedades de etiología entonces desconocida. Muy pronto, partiendo de unas bases empíricas, comienzan (podríamos considerarlo así) a iniciarse lo que llamamos hoy las ciencias experimentales, buscando como decíamos, relaciones causa-efecto en las enfermedades y buscando soluciones o medios a esos males. Estos remedios o tratamientos, van a encaminarse por derroteros no muy diferentes a los que se han venido usando desde entonces hasta hoy. Basándonos en las dietas, muy especialmente en las cuales, a la observación de los hechos permitió alcanzar muy altas cotas de perfeccionamiento, como podemos ver en los

tratados de medicina Hipocrática. Medidas higiénico-ambientales, en las que se recomendaban los criterios de acondicionamiento de viviendas, aguas drenaje, situación y medidas higiénicas en general, muchas de ellas orientadas en la higiene de los niños, cuidados de las heridas,...

Otro amplio capítulo, se encuentra relacionado con enormes listas de productos de origen vegetal, animal y mineral para aplicar de distintos modos, hasta constituir lo que podríamos llamar la farmacopea del momento.

Finalmente, existía un capítulo importante de remedios, que salvando los milenios que nos separan, hoy llamamos terapéutica física, en la cual la base del tratamiento no son los productos químicos, sino procederes físicos los empleados. Como solución a las enfermedades, tenían estos tratamientos, orientaciones hacia ciertos manantiales y fuentes termales de reconocidas virtudes terapéuticas, hasta hace muy poco, virtudes atribuidas a los inmortales del Olimpo. Paralelamente al empleo de las aguas, los lodos eran conocidos, así como vapores calientes de origen volcánico tan frecuentes en Asia Menor, dejaron de ser base de inspiración de los visionarios del futuro para ser utilizado como terapia en enfermedades osteoarticulares que tanto hoy como antes han sido tan frecuentes, lo que ha sido demostrado en trabajos de paleopatología realizados en necropolis de la época. Así como otras ramas de la terapéutica física actual, salvando las distancias en el tiempo y los conocimientos técnicos del momento. En estos tipos de terapias, se podría apreciar muy claramente la relación entre la efectividad del remedio y los cuadros clínicos morbosos, así como prácticamente ausencia de efectos indeseables. El habernos situado en estas coordenadas temporo-espaciales, las ciudades jónicas presocráticas no es casual,

sino que dado el tema que vamos a tratar, nos instara para citar que fue aquí donde en estos tiempos se hicieron las primeras descripciones de los efectos magnéticos. Fueron los filósofos (aunque ellos se consideraron físicos) presocráticos de la escuela Milesia. Los que descubrieron e hicieron por primera vez la descripción de los efectos de la piedra imán o magnetita (Óxido de hierro $\text{-Fe}_3\text{O}_4\text{-}$) que es un mineral que se encuentra muy abundantemente en Anatolia : en hallazgos de tipo superficial, de este hecho recibe su nombre la ciudad de Magnesia de Meandro. Este mineral, les llamó mucho la atención desde el principio de sus propiedades físicas, hasta el punto que los consideraban dotado de un alma o ánima, un espíritu interno que tenía la capacidad de decidir, de atraer o rechazar las cosas que le eran afines o que le repelían respectivamente. Esta es la filosofía que encierra el texto original del filósofo presocrático Tales de Mileto (640-545 a.c.) "A partir de la observación del imán y del ámbar se deduce que poseen alma y por ello la piedra imán mueve al hierro."¹

Este modo de comportarse este mineral, les hizo especular acerca de su naturaleza y de buscar en él propiedades que fuesen beneficiosas y por este camino, muy pronto llegaron a emplearlo como repelente de enfermedades en una mezcla de conceptos mágico-empiristas como un pseudotalismán que atrajera hacia sí y fuera del cuerpo humano las posibles noxas causantes de enfermedades y repeliendo agentes patógenos como profilaxis, tanto de la enfermedad como del riesgo a padecerla. Así vemos placas de mineral magnético utilizando como formando parte de colgantes, brazaletes y otros ornamentos en los cuales la piedra magnética y el hierro meteórico alcanzaban un valor absoluto superior al del oro.

La cultura romana, respetando los conceptos de sus predecesores históricos, mantienen aunque racionalizan estos conceptos. Así en el siglo I después de J.C. Lucrecio en su obra de "*versum nature*", resume los conocimientos anteriores y hace derivar su nombre de la ciudad de Magnesia y Plinio el Viejo (23-79) hace derivar este nombre de magnetismo del nombre del pastor Magnes, cuyo bastón era atraído por las rocas del monte Ida en Creta, donde dice la mitología que nació Zeus.

El siguiente salto cultural lo tenemos que dar hasta la China e India, donde se comienzan a valorar las influencias que los campos magnéticos ejercían sobre los seres vivientes. En esta cultura se descubren las propiedades del compás de navegación o brújula, descubrimiento que a través de la cultura árabe pasa a Europa en la Edad Media.

Es en 1.217 cuando nos encontramos la primera referencia en Europa acerca del magnetismo, hecha por Alexander Neckam y en 1.269 Petrus Peregrinus de Maricourt describe un tratado en latín, la experimentación sobre las líneas magnéticas.²

Fue más adelante, en 1.531, cuando el término "magnetismo" fue usado por primera vez por Agripa de Nettesheim en su obra "*De occulta philosophia*" y pocos años después William Gilbert (médico de la Reina de Inglaterra) en 1.600 escribe el primer tratado sobre el magnetismo: "*De magnete*" donde compara a la tierra con un imán y describe el fenómeno de las pérdidas del magnetismo por el calor y de como la pérdida de calor se realizaba por irradiación.

En el siglo XVIII se aplican por primera vez los imanes

en medicina. Mesmer obtiene notables curaciones con ellos aunque luego por similitud pase a hablar de un magnetismo animal que posteriormente se ha desprestigiado. También en este siglo se descubren los fenómenos eléctricos, describiéndose dos tipos de electricidad, la vítrea y la resinosa. Galvani indica la existencia de la electricidad animal y de sus efectos y a partir de aquí los fenómenos comienzan a descubrirse rápidamente en la medida en que la investigación produce un aumento del desarrollo en este campo.

Volta descubre la producción de electricidad mediante procedimientos químicos, pero hasta este momento nadie había relacionado la electricidad con el magnetismo.

Oersted descubre que las corrientes eléctricas generan campos magnéticos y son capaces de desviar agujas imantadas en 1.820 y Ampere enunciara los fundamentos matemáticos de este fenómeno. Muy poco después Faraday estudia las relaciones entre la corriente eléctrica y el magnetismo, describiendo las leyes que rigen la inducción electromagnética y por primera vez se aplican a la medicina las corrientes variable como método de excitación neuro-muscular.

En 1.833 comienza Maxwell sus estudios sobre electromagnetismo y hasta 1.873 no publica su obra *Treatise on Electricity and Magnetism*, en el cual demuestra que se trata de dos aspectos de un mismo fenómeno unificado físicamente, los campos eléctricos y magnéticos, y desde entonces se emplea la expresión electromagnetismo para referirse a este tipo de energía.

Con los inicios del siglo XX, se comienzan a aplicar todos

estos descubrimientos, en aquel momento de máxima actualidad a la Medicina introduciéndose el empleo de la corriente de alta frecuencia por D. Arsalval por este efecto térmico que producen aplicándose como terapia física la actual diatermia.

Posteriormente (1.945) comienzan a aplicarse en Medicina la onda corta, el radar y las ondas decimétricas.

En estas mismas fechas comienzan a utilizarse las corrientes eléctricas para producir electromagnetismo, que en sus comienzos al situar al enfermo entre placas electromagnéticas que al estar sometidas a una excesiva carga eléctrica producían lo que hoy llamamos corrientes inducidas de Faucoud, en las cuales el efecto magnético se pierde, transformándose en radiación térmica. Posteriormente, y en los primeros intentos de tratamiento con altas frecuencias sin aplicación de calor se aplica la alta corriente pulsante cuyos efectos beneficiosos se atribuyen al componente magnético del campo electromagnético.

Más adelante, ya en las épocas recientes comienzan a aplicarse los campos magnéticos de baja y muy baja frecuencia, y se aprecia el componente magnético sobre el eléctrico y se comienza a conocer, aunque empíricamente muchos de los efectos de los campos magnéticos de baja frecuencia como el efecto trófico, antiinflamatorio y sus efectos sobre el tejido óseo. Investigando sobre este tema, Yasuda y Fukuda, explican las propiedades piezoeléctricas del hueso seco, con electronegatividad en la concavidad y electropositividad en la convexidad.² En estos momentos los autores Soviéticos inician una rápida investigación sobre la magnetoterapia puntual, que muy pronto los pone a la cabeza en este aspecto denominado por primera vez a los equipos de magnetoterapia puntual, magnetóforos, indicando con ello que eran piezas móviles.

portadoras de energía magnética de tipo permanente.

El auténtico desarrollo en la investigación sobre la acción biológica de los campos magnéticos se inicia ya seriamente en los años 60, época en la cual los descubrimientos se multiplican en función del gran número de investigadores ocupados en el tema, pero principalmente debido a la confluencia de tres factores fundamentales: en primer lugar, la acelerada investigación sobre campos magnéticos desencadenada por los primeros vuelos espaciales con tripulaciones humanas por laboratorios de la NASA y de la Unión Soviética se examinan la posibilidad de someter las cápsulas espaciales a campos magnéticos artificiales, estudios que han sido desarrollados por Nalex, Swen, Goldene, Puscikov y Dolginov³, en segundo lugar y paralelamente se desarrolló por parte de la medicina industrial y de la ingeniería, una rama de investigación cuya misión era estudiar las acciones de los campos magnéticos sobre el organismo. El tercer aspecto ya pasa a la indagación de las aplicaciones clínicas de los campos magnéticos en concreto. Los viajes espaciales pusieron de manifiesto en los astronautas la presencia de fenómenos de osteoporosis que pronto se relacionan con la carencia o disminución del campo magnético terrestre del cual estaban privados.

En las décadas de los años 60 y 70 se realizó una enorme labor de investigación con animales, como los estudios de Schneider y de Becker en insectos, de Geagly sobre aves que aún no han cesado de realizarse y que enlazan con las líneas de investigación actuales seguidas por el Dr. Rodríguez Delgado en nuestro país, en el Departamento de Investigación del Centro Ramón y Cajal de Madrid^{4,5} en los que aparte de estudiar el magnetismo en general y sus influencias en

biología, en genética, embriología y microbiología, realiza estudios experimentales sobre regeneración de tejidos óseos y en animales de experimentación y sobre las alteraciones en la oviposición y desarrollo de la mosca drosófila inducido por campos magnéticos.

Ya en la década de los 70, aparecen los distintos modelos de magnetoterapia apoyados todos ellos por amplios dosieres de aplicaciones terapéuticas, coronadas por el éxito y se establecen los distintos tipos de ondas, intensidades, frecuencias, etc a emplear en cada una de las potologías. Paralelamente, durante estos años, como dijimos en principio, por investigadores y en los últimos años prácticamente en todos los países, se ha continuado estudiando y utilizando la magnetoterapia puntual con aplicación de magnetóforos, con notables éxitos terapéuticos, haciéndole entrar como una terapia más en el arsenal de la Terapéutica Física.

Una vez que se ha quitado todo el bagaje empirista del que en un principio lastraba a estas técnicas, y dejando tan solo los aspectos científicos, que aplicados como tales han resultado ser aún mucho más prometedores y con una mejor proyección hacia el futuro de que jamás hubieran soñado los terapeutas empiristas de un pasado aún reciente.

Pero el camino de este tipo de terapias, en su aspecto científico, no ha hecho más que empezar. Ya se preveen importantes nuevas vías de aplicación de la magnetoterapia, ya hemos presentado algunas publicaciones recientes, en las que se utiliza el efecto magnético inducido a la albúmina marcada como transportadores de medicamentos cito-

táticos para el tratamiento de tumores in situ y metastásicos, el empleo de medicaciones magnetizadas que puedan ser dirigidas desde el exterior hacia áreas concretas del organismo donde puedan alcanzar concentraciones muy altas en orden a su efectividad terapéutica, y estudios orientados hacia problemas complejos de la patología postural y del equilibrio en que se ven imbricados muy diversos aparatos y sistemas.

En cuanto a otras terapéuticas⁴, debemos citar las que incrementan los campos eléctricos empleados, la determinación de impedancias locales para llevar a cabo terapéuticas más eficaces y los ajustes paramétricos a las condiciones del enfermo. Estas últimas palabras, de uno de los primeros servicios que en nuestro país ha tomado la antorcha de la investigación en este campo, demuestran que la magnetoterapia genral y local no es un tema concluido, sino muy al contrario, completamente abierto y del cual aún se espera mucho.

MAGNETISMO.- CONCEPTOS FISICOS TEORICOS BASICOS.-

De los anteriores conceptos históricos en relación con el origen del descubrimiento del magnetismo, muy poco fue lo que se avanzó con el paso de los siglos salvo su aplicación a la navegación, hecho comprobado desde el Siglo IX en Occidente origen de la brújula. Hans Christian Oersted en 1.819 recogió estos antiguos conocimientos realizando el estudio científico de estos fenómenos, llegando al convencimiento de que existe una relación entre las corrientes eléctricas y los imanes, y que los efectos producidos por ambos son similares e intercambiables demostrando que un núcleo de hierro rodeado por unas espiras por las que circule una corriente eléctrica se convierte en un imán con dos polos perfectamente conocidos N y S. Hasta nuestros días muchos son los científicos que se han ocupado de este tema tales como Ampere, Faraday Joseph Henry, hasta que James Clerk Maxwell y Hertz desarrollaron la teoría del electromagnetismo. Pero dejemos el estudio del electromagnetismo porque el tema que nos va a ocupar va a ser el fruto de las investigaciones de estos hombres.

Nosotros comenzaremos con los imanes ya fabricados con unas características concretas, que luego estudiaremos, y van a ser imanes de carácter permanente. Con todo ello, y aún tratanto de aportaciones de conceptos teóricos que son más bien del campo de la electricidad, tendríamos que en algún momento, en el desarrollo de este trabajo, entrar a comentar algunos aspectos teóricos imprescindibles para la

compresión de los fenómenos que vamos a realizar.

En primer lugar, recordaremos conceptos, como el de campo magnético al que constantemente estaremos refiriéndonos en el desarrollo de este trabajo y que representa un espacio dentro del cual las cargas magnéticas son capaces de actuar sobre los cuerpos que se sitúen dentro del cual definiremos la existencia de dos vectores. El vector B , que determina la intensidad del campo magnético o vector del campo magnético que puede ser medida y definida su intensidad dentro de cada uno de los puntos del campo magnético, por lo que le llamaremos vector intensidad. Al mismo tiempo debemos definir el vector H , vector de inducción magnética, que de momento dejaremos al margen pues no nos interesa, puesto que no pretendemos provocar inducción magnética ni medir la capacidad inductiva en ningún punto del organismo humano. Dentro del campo magnético podemos definir la existencia de líneas de campo magnético como aquellas líneas tangentes en cada punto al vector B . Asimismo podríamos definir estas líneas de fuerza como la trayectoria espacial que seguirían unas masas magnéticas ideales de tipo norte abandonadas dentro de un campo magnético.

De cualquier modo aunque estemos hablando de unas líneas de fuerza, sabemos que éstas son únicamente un artificio útil y práctico para materializar un campo que no es visible. Por tanto, el sentido que se le da a la dirección es totalmente arbitrario para las líneas de fuerza de campo magnético que podríamos situar dentro de lo que podríamos llamar la secuencia principal. Son aquellas masas magnéticas que nacen en el polo norte y mueren en el polo sur del imán. De tal manera que si aislamos un corpúsculo ideal tipo norte y lo situamos dentro de un campo magnético, éste se movería en el sentido de las

líneas de fuerza del campo magnético, es decir, en el sentido de dicho campo.

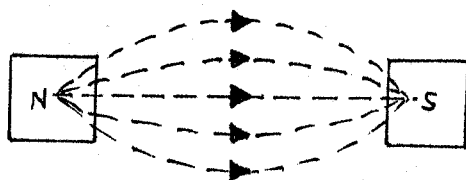


Fig. 1

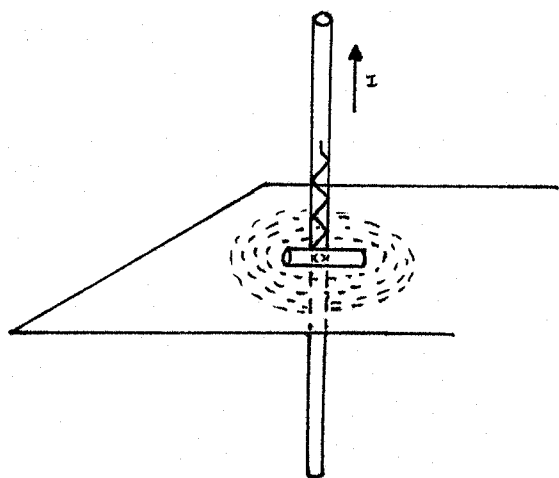


Fig. 2

O sea, que las líneas del campo magnético serían circunferencias, resultado de la unión con todos los puntos con equimagnetismo que tendría su centro en el centro del polo del imán.

Otro concepto importante que nos interesa concretamente para la aplicación médica de nuestras placas magnéticas es el conocer el flujo magnético, es decir, el saber el número de líneas de este tipo anteriormente descrito que atraviesan una cierta superficie situada dentro de un campo magnético.

En este sentido se ha establecido una ley o convenio basado en la electrostática por el que por unidad de superficie pasan tantas líneas como indica el valor del vector B , ya descrito. El valor de este flujo se representa por la letra Φ y se expresa refiriéndose a una unidad de superficie S y que se determina por la fórmula $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$.

Esto suponiendo que el vector B sea perpendicular a la superficie, pero cuando existe una incidencia oblicua tendríamos que aplicar a la fórmula anterior factores de corrección en relación con el coseno del ángulo que forme el imán con la superficie a estudiar, es decir, el flujo magnético de salida será:

$$\Phi = B_n \cdot S = B \cdot S \cos \alpha$$

$$B_n = B \cos \alpha$$

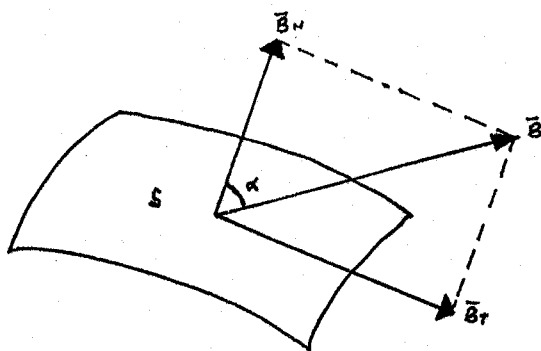


Fig. 3

Como, además ocurre que los campos magnéticos inciden sobre superficies, no sólo oblicuas sino de formas irregulares, como es el caso de la superficie corporal del enfermo sobre la cual aplicaremos el imán, habría que añadir nuevos factores de corrección por lo cual la fórmula original se iría complicando de forma que el flujo total a través del área o superficie S lo obtendríamos sumando los infinitos puntos elementales que pasan por las infinitas áreas infinitamente

pequeñas para constituir el área S . Para lo cual debemos emplear una integral que representaríamos con la fórmula:

$$0 = \int_S B \, ds \cos \alpha$$

Por otra parte, como el imán es un sistema cerrado, siempre habrá un flujo magnético saliente y otro entrante, cuyos valores deben ser iguales y cuya suma algebraica nos dará un total de flujo nulo, puesto que las líneas centrales que salen se cierran en el infinito.⁶

De lo hasta ahora mencionado es de verdadera importancia el llamado vector B que hemos imaginado tangente en las líneas del campo, por tanto si queremos determinar el valor del vector B en cualquier punto bastará considerar la línea del campo que pase por él y trazar la tangente en dicho punto. Con ello tendremos definida la dirección del vector B . Aplicando a dicho vector la llamada regla del sacacorchos sabremos el sentido del vector B . Esta regla recomienda avanzar el extremo del sacacorchos en el sentido de la corriente y el giro de la mano nos indicará el sentido de las líneas de campo magnético.

Por tanto las magnitudes que definen el vector B serán:

- a) Origen, el punto en el cual queremos determinar el vector representativo del campo.
- b) Dirección, tangente a la línea del campo magnético considerado.
- c) Sentido, el de la línea de campo magnético.
- d) Módulo, variable dependiendo del elemento eléctrico que

lo crea, la ecuación siguiente será la que nos permita hallar las unidades en que mediremos el módulo del vector B .

$$B = \frac{F}{Q \cdot V}$$

- Sistema uem:

$$B = \frac{\text{dina}}{\text{decaculombio} \cdot \text{cm/seg.}} = \frac{\text{dina}}{\text{decamperio} \cdot \text{cm}} = \text{gauss}$$

- Sistema Giorgi:

$$B = \frac{F}{Q \cdot V} = \frac{\text{newton}}{\text{culombio} \cdot \text{m/seg.}} = \frac{\text{newton}}{\text{amperio} \cdot \text{m}} = \frac{\text{weber}}{\text{m}^2} = \text{Tesla}$$

La denominación más frecuente es $\frac{\text{weber}}{\text{m}^2}$

Equivalencia entre ambos sistemas:

$$\begin{aligned} \frac{1 \text{ weber}}{\text{m}^2} &= \frac{\text{newton}}{\text{culombio} \cdot \text{m/seg.}} = \frac{10^5 \text{ dinas}}{10^{-1} \text{ decaculombio} \cdot 10^2 \text{ cm/seg.}} = \\ &= 10^4 \frac{\text{dinas}}{\text{decaculombio} \cdot \text{cm/seg}} = 10^4 \text{ gauss} \end{aligned}$$

que son las unidades usuales del magnetismo y a partir de los cuales se deducen las unidades de flujo. En él intervienen:

$$\begin{aligned} \Phi &= B \cdot S = \text{gauss} \cdot \text{cm}^2 = \text{maxwell} \text{ y en el sistema Giorgi } \Phi = B \cdot S = \\ &= \frac{\text{weber}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 = \text{weber} . \text{ Equivalencia entre ambos sistemas } 1 \text{ weber} = \\ &= \frac{\text{weber}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 = 10^4 \text{ gauss} \cdot 10^4 \text{ cm}^2 = 10^8 \text{ gauss} \cdot \text{cm}^2 = 10^8 \text{ maxwells} \end{aligned}$$

Nos hemos detenido un poco en conceptos de carácter físico porque son de directa aplicación con el imán permanente ya que tanto el imán natural como el artificial nos encontramos con circuitos o espiras por el que circulan corrientes.

En el caso que nos ocupa estas corrientes elementales, que se producen al girar los electrones alrededor del núcleo de los átomos de hierro y sobre su propio eje, propiedad que es conocida con el nombre de spin, estas corrientes no se neutralizan entre sí dando lugar a una macrocorriente que simula el efecto de una espira, por la cual circula una cierta intensidad.

Como podemos deducir, de lo que hemos hablado hasta ahora existe imanes naturales, como la magnetita, a la que ya hemos referido antes, y el imán artificial, que es el resultado de someter a un campo eléctrico un núcleo de acero que es el que utilizaremos en nuestro trabajo, para lo cual no se precisa un núcleo de hierro sino que se utilizan distintas aleaciones de acero pues se ha demostrado que a la vez que inducen más el metal por compactación de las moléculas, hacen que el efecto magnético remanente sea más duradero y que la caída inexorable progresiva de flujo magnético se prolongue durante un tiempo suficientemente largo para su empleo terapéutico. Muchas son las aleaciones que se han empleado, asociando a las distintas concentraciones proporcionales de hierro y carbono, metales como el moligdeno, cromo, níquel y cobalto. En nuestro caso hemos utilizado la aleación de acero y níquel que hacen, por una parte al metal más resistente, más prolongado sobre la piel del enfermo, que comentaremos cuando nos refiramos al material utilizado en el trabajo.

La macroestructura de un imán la constituyen, desde el punto de vista funcional, dos zonas diferenciadas, que son los polos Norte y Sur, separados por una línea imaginaria transversal, que es la línea neutra. La determinación del título de los polos está en función de sus características y comportamiento, son opuestos entre sí y la terminología Norte o Sur está relacionada con la dirección espacial de cada uno de los extremos que adoptan cuando el imán se orienta dentro del campo terrestre, es decir, lleva el nombre de polo geográfico que queda más cerca de cada uno de ellos. Son estos polos donde las propiedades magnéticas son más acusadas y donde mayor intensidad magnética se obtiene, siendo a su vez el punto de salida de las líneas de campo. Estas dos masas Norte y Sur, reciben también el nombre de masa magnética positiva y negativa, en función de mantener una terminología paralela a la del campo electrostático que en origen ha dado lugar al imán.

Un modo simple de determinación del poder o fuerza magnética en cada uno de estos polos, se establece a partir de fuerzas derivadas de conceptos electrostáticos y según los cuales se puede determinar que la fuerza realizada por un campo magnético B sobre una masa magnética m sería $F = m \cdot B$ y a partir de la cual se puede determinar la intensidad de un campo magnético.

Partiendo de este concepto podemos calcular lo que, en similitud con la electrocardiografía experimental, podemos llamar dipolo magnético que sería un ente dipolar formado por dos masas magnéticas contrarias Norte y Sur separadas entre sí por una distancia l . Otros

conceptos paralelos al magnetismo, que debemos definir con la relación que los efectos magnéticos pudieran tener en nuestro caso el organismo como sujeto del campo magnético, son los de paramagnetismo y diamagnetismo.

No todas las sustancias se comportan igualmente al ser afectadas por un campo magnético. Algunos van a oponer más o menos resistencia, al ser atravesados por el campo magnético que otros, y según esto podemos decir que unos son más o menos permeables que otros.

Hablamos de sustancias de tipo paramagnéticas, cuando estas sustancias son más permeables al paso del magnetismo a través del aire que las rodea. Por lo cual las líneas de fuerzas magnéticas se juntan más para poder pasar por ese cuerpo, que es conductor del magnetismo, es decir, que hay sustancias que presentan menos oposición al paso del campo magnético, que son las sustancias que llamamos paramagnéticas.

Sin embargo, hay otras a las que llamamos diamagnéticas que son menos permeables al paso del magnetismo, a través de ellas que el aire o el vacío que las rodea y en estos casos las líneas magnéticas tienden a rodearlas separándose de ellas ya que presentan mayor oposición al paso de las líneas magnéticas que el medio que la rodea se le llama con la letra μ a este coeficiente multiplicador o constante de magnetismo que es distinta para cada cuerpo y que es el que define que unas sustancias sean paramagnéticas o sean diamagnéticas, cuando este coeficiente es mayor o menor que uno respecti-

vamente, considerándose como la unidad el aire o el vacío al cual se le da al coeficiente μ el valor de uno. Es decir, que el coeficiente sería un coeficiente de proporcionalidad. Este coeficiente es el que servirá por consiguiente para realizar la transformación del vector B al que anteriormente hemos descrito también al vector H o campo H , al que también hemos citado, y que se relaciona con el vector B por la ecuación $B = \mu \cdot H$. Siendo este campo H una magnitud que permite conocer la capacidad de imantar que tiene un campo magnético en cada uno de sus puntos.⁷

Hasta la época de Ampere esta facultad magnética era un verdadero misterio. Fue éste quien adelantó la idea al principio, precedente de conceptos de tipo electrostático de que el imán actuaba como tal debido a que existían infinidad de pequeños imanes o dipolos magnéticos unidos y orientados en la misma dirección dentro de una barra imán o de un imán permanente.

Hoy día, con conocimientos más profundos sobre la estructura atómica, podemos entender esta idea más fácilmente pensando que se trata de minúsculas corrientes eléctricas dentro de la barra de imán a nivel atómico, ya que conocemos los movimientos del electrón alrededor del núcleo, que sería al fin y a la postre, las que originan estas corrientes elementales cuando una sustancia está imantada podemos decir que tales átomos de hierro se encuentran orientados paralelamente o en la misma dirección, de tal modo que las corrientes eléctricas generadas a nivel electrónico pueden sumarse generando una macrocorriente que actuando como espira eléctrica crearían una corriente eléctrica que daría lugar a la imantación del nucleo. Mientras

que en aquellas sustancias que no tienen la facultad de imantarse es porque no presentan este estado en su microestructura molecular debido a que los átomos se encuentran no orientados y estos dipolos elementales forman los átomos y se encuentran en direcciones distintas entre sí con distintos ángulos de tal manera que las corrientes elementales se anulan entre sí.

Por tanto, la imantación no es más que el hecho de orientar estas corrientes eléctricas pequeñas o dipolos con la acción de un campo magnético. Esto se obtendrá para sustancias paramagnéticas, al someterse a un campo magnético se produciría esta capacidad orientadora sobre los dipolos o corrientes que las constituyen sumando las acciones de todas ellas y creando un campo que tiende a redoblar la acción del campo exterior.

Mientras que las sustancias diamagnéticas las acciones de un campo exterior hacen aparecer un campo interior que tiende a oponerse a dicho campo exterior disminuyendo su valor debido al desorden estructural de sus átomos constitutivos. Estos no son conceptos abstractos sino que existe un modo de determinarlo y para ello se ha creado un tercer vector que es el vector J o vector de imanación, esto lo que pretende es reflejar el número de pequeños dipolos que han aparecido por unidad de volumen y que representan la mayor o menor capacidad o estado de imanación de la sustancia que es un concepto directamente proporcional a la temperatura y variable en el tiempo pues no es un estado permanente sino que el grado de magnetismo raramente es variable, por tanto, podemos decir que todo cuerpo magnético ha pasado por una serie de circunstancias, por una historia,

que en física se denomina histéresis.

Es decir, que en el caso del trabajo que estamos desarrollando, vamos a aplicar unos imanes en los cuales nos encontramos en una fase de su histéresis que hemos llamado anteriormente imanación remanente, o sea, estamos ante imanes permanentes ya que estos conservan una imanación después de desaparecer el campo magnético que los produjo y que para anularla haría falta crear un campo de signo contrario.

Existe unas curvas de caída de magnetismo en todos los imanes que puede deducirse teóricamente o comprobarse prácticamente, y que nos permite saber el grado de magnetismo remanente que tiene el imán en un momento determinado, cuando se piensa utilizar como tal que en el caso de los imanes que vamos a utilizar en nuestro trabajo hemos comprobado experimentalmente que tiene una imanación remanente de 500 gauss.

Es mucho lo que podríamos seguir estudiando sobre conceptos de magnetismo pero que a medida que profundizamos en ellas nos vamos apartando del tema que nos ocupa que no es el estudio teórico del magnetismo, sino una de sus aplicaciones prácticas. Ciertamente es que en algunos de los conceptos hemos tenido que profundizar un poco más pues nos han de ser útiles en el desarrollo del trabajo para unificar criterios de expresión. Dado que el tema del magnetismo se encuentra sujeto a revisión que hemos querido actualizar la terminología y en algún caso explicarlo en el lenguaje sencillo. El matemático.

2 - 3

MAGNETOTERAPIA EN GENERAL, EFECTOS BIOLOGICOS, APLICACIONES, EQUIPOS DE MAGNETOTERAPIA.-

La existencia y por lo tanto la influencia de los campos magnéticos sobre los organismos vivientes es una realidad indudable que a la luz del moderno conocimiento científico, teórico y experimental no necesita de argumentos especiales para sostener su validez. Siendo el electromagnetismo unos fenómenos que controlan procesos biológicos a todos los niveles pero que a nivel general representa una de las leyes fundamentales que controlan y dirigen el equilibrio prácticamente en todo el Universo, desde el átomo hasta el equilibrio entre los grupos de galaxias. Nuestro propio Planeta se comporta como un gran imán, cuyo campo tiene una intensidad media de 0,6 gauss, y que como tal, genera unas líneas de fuerza capaces de captar partículas solares que atraídas por los cinturones magnéticos de Van Allen, son atraídas por nuestro Planeta.

Este enorme geomagneto presenta modificaciones locales en su intensidad y dirección, en función de la declinación terrestre y oscilaciones periódicas temporales diarias, mensuales, anuales, además de verse afectadas por un período de unos 11 años que corresponden con las fases de máxima actividad solar, generadores en nuestro entorno de auténticas tempestades magnéticas, cuyo conocimiento ya es antiguo, pero cuyos efectos biológicos se están empezando a estudiar ahora, cuando ahn empezado a estudiarse los ritmos biológicos a cortos y a largos plazos como los de carácter estacional de clásicas afecciones a nivel de animales y vegetales y que parecen ser los desencadenantes

a su vez de complejos movimientos neuro-hormonales que afectan a todo el organismo.

Un hecho clásicamente conocido y estadísticamente estudiado en Estados Unidos por clínicos e investigadores y muy especialmente por empresas encargadas de Seguros de enfermedad y vida que han comprobado como existe una relación entre los estados magnéticos dependientes de la actividad solar, las tormentas magnéticas y la incidencia y mortalidad de ciertas enfermedades con lo que termina de cerrarse el círculo vicioso de estos comentarios, en los que analizando el magnetismo hemos terminado comentando hechos relacionados con la patología humana.

Estos comentarios de carácter general podrían extenderse analizando los múltiples trabajos de investigación actualmente publicados acerca de los efectos biológicos del magnetismo, en los cuales se ha comprobado que prácticamente todas las especies acusan estos efectos del magnetismo, desde los organismos unicelulares hasta el hombre, aunque resulta más fácil estudiarlo en seres inferiores, al eliminar variables complejas y normas de conductas que los animales superiores pueden desvirtuar los resultados obtenidos. Ya desde los más elementales eslabones unicelulares, podemos apreciar la existencia de sustancias diamagnéticas demostradas en todas las membranas celulares que se encuentran eléctricamente polarizadas, y cuya actividad o movilidad va a depender de la despolarización-repolarización de las mismas, en relación con el trasiego de iones a través de ellas, hecho que remontándonos filogenéticamente nos lleva al origen mismo de la vida, cuando según los investigadores, las sustancias orgánicas recién formadas se

aislan del medio ambiente mediante una membrana activa.

Otro hecho a destacar es la sistemática presencia de sustancias paramagnéticas en todos los organismos vivientes y presentan todos ellos la propiedad de comportarse como dipolos ante los campos magnéticos.

Estas sustancias son de diversos tipos, desde metales y complejos metálicos, como el Fe, Zn, Mo, Co, Mn que no se encuentran aislados, sino formando parte de estructuras químicas orgánicas complejas, pero primordialmente para la biología, se encuentran formando parte de enzimas y coenzimas, de hormonas y vitaminas de complejos tan importantes como la ferritina, transferrina, cromoproteínas, hemoglobina, citocromos, catalasas, peroxidasas, metolflavoproteínas, supeoxidodismutasas, lipoxigenasas que constituyen los auténticos motores de metabolismo, independientemente existen núcleos atómicos con dipolos magnéticos como H, P, C, F y sustancias con radicales libres importantes en la inflamación y envejecimiento².

El tercer apartado, y en orden de complejidad creciente, lo constituyen la presencia de sustancias ferromagnéticas que actúan como dipolos aún en ausencia de campos magnéticos externos. Tal es el caso ciertas bacterias, que son capaces de orientarse en el campo magnético terrestre, gracias a unos microscópicos cristales de magnetita (1/10 de micra).

También se ha hallado material magnético en abejas (vientre) pájaros (cráneo), ciertas especies marinas como delfines, tiburones y

y rayas, que pueden detectar campos magnéticos por medio de los canales ampulares de Lorenzini.

En otros casos se aplica el efecto magnético a la detección del movimiento por inducción, demostrándose la existencia de detectores de inducción que perciben el campo magnético terrestre que se encuentra en los canales semicirculares, hecho que en las aves está prácticamente generalizada. El voltaje inducido cuando estos canales se mueven es $V_S = n \frac{dB}{dt} \cdot R^2$, donde n son las vueltas, dB/dt es la velocidad de cambio del componente del campo magnético y R el radio de los canales⁸.

De todas ellas el efecto del magnetismo es muy especialmente notable en las sustancias paramagnéticas que hemos estudiado².

Partiendo de la existencias de estas estructuras sensibles al magnetismo, cuando el organismo se ve sometido a un campo magnético, se producen sobre él una serie de fenómenos que vamos a analizar. En primer lugar, dentro de ese organismo y con dirección perpendicular a la del campo magnético, van a producirse corrientes leves de tipo eléctrico que afectan a todo el organismo y que son de carácter inducido por el campo magnético. Estas corrientes van a dar lugar a diversos fenómenos que iremos analizando ulteriormente. A la vez que esto ocurre, todas aquellas sustancias que se encuentran presentes y cargadas eléctricamente van a sufrir desplazamientos intracelulares, tanto elementos químicos, como radicales libres polarizados y dentro de las mismas soluciones orgánicas, va a haber una movilización iónica de las sustancias disueltas que afectan también al disolvente orgánico por excelencia,

el agua, que como sabemos en estas circunstancias está ionizada en sus dos componentes, en relación a las sales en ella disueltas.

Cuando los campos magnéticos presentan una intensidad importante, en ese organismo van a desencadenarse corrientes de Foucault con su consiguiente irradiación térmica pero, ante campos magnéticos leves o moderados, como son los habitualmente utilizados, dichos efectos térmicos van a ser mínimos.

Otro efecto que se desencadena además de las acciones magnéticas específicas a nivel de los magnetosomas, hecho que aun no está comprobado del todo, es la aparición de un efecto piezoeléctrico que se desencadena en las superficies magnetizadas del colágeno y en el hueso, estudiado por Fucuda y Hasuda⁹ en relación con las amplitudes de vibración mecánica detectada en estas estructuras cuando son sometidas a la acción del campo magnético.

Los efectos biológicos producidos por estas energías magnéticas, ocurren en primer lugar, dentro de las bandas de ultra-baja frecuencia (U.L.F.), extrema-baja frecuencia (E.L.F.) y muy baja frecuencia, el resto de las frecuencias, no parecen tener gran efecto biológico. Tanto en animales, como en personas, usando estas distintas frecuencias con diferentes intensidades, se han realizado multitud de estudios experimentales empleando campos magnéticos pulsantes, tratando de localizar los máximos efectos o respuestas biológicas, es decir, lo que podríamos describir como "resonancia biológica", ante un campo magnético. Algunos autores, como Wiener, incluso han buscado frecuencias concretas que contactasen los ritmos biológicos concretos con frecuencias magnéticas aplicadas a órganos determinados. Así, se han utilizado las frecuencias de 10 Hz. para tratar patologías cerebrales, debido a que se detectó

que ésta era la frecuencia que correspondía a los potenciales α del E.E. C.G.. A pesar de su origen empírico, cuando se ha comprobado experimentalmente por el citado autor, los resultados clínicos parecen haber sido notables.

Las bajas frecuencias electromagnéticas, tienen entre otras propiedades, una prolongada longitud de onda, lo que biológicamente representa que estas tienen una gran penetrabilidad y que atraviesan prácticamente, con efectividad todo el organismo. Estos campos de baja frecuencia y gran longitud de onda, asemejan a los ritmos circadianos y esto ha decidido a algunos investigadores a dirigir sus trabajos en este sentido, en patologías de tipo sistémico en los que se inbrican muchos sistemas o cuando se trate de corregir desajustes en los citados ritmos biológicos.

La situación es distinta cuando se consideran los efectos biológicos de campos electromagnéticos de más alta frecuencia, que presentan longitudes de ondas, más cortas con mejor propagación y que tienen un mayor coeficiente de absorción por parte de la materia orgánica lo que las hace menos penetrantes y sus efectos son más superficiales que las anteriormente citadas. Por otra parte, esto hace pensar que, siendo tan efectivos, en la existencia de estructuras histológicas receptoras en piel y tejido celular subcutáneo, que tengan conexiones con órganos internos.¹⁰

Vamos a estudiar ahora, las consecuencias o efectos que la magnetoterapia supone sobre las estructuras orgánicas.

En primer lugar, estudiaremos el efecto que desencadena

sobre las membranas celulares y que modifican la permeabilidad de la misma, recordemos que dichas membranas en situación basal, se encuentran polarizadas con un potencial transmembrana de reposo que viene determinado por la desigual concentración intra y extracelular de los iones de Na y K. Ya que intracelularmente el potasio se encuentra en una concentración de unos 140 mEq/l, mientras que en el espacio extracelular no se superan los cuatro mEq/l.

Inversamente ocurre con el Na iónico, el cual, intracelularmente se encuentra con una baja concentración de alrededor de unos 5 mEq/l, mientras que extracelularmente sus concentraciones son de 130-140 mEq/l.

Esta desigualdad en las concentraciones de estos iones, aparte de otras sustancias como el calcio, que presenta un papel secundario, es lo que mantiene polarizadas basalmente las membranas celulares. Por esta situación no es estable, sino que se encuentra sometida a desequilibrios y modificaciones en las cuales, el trasiego iónico del sodio y del potasio, a través de las membranas por los llamados poros iónicos, va a determinar las modificaciones de la permeabilidad de la misma, hecho que nunca es de carácter pasivo, especialmente la repolarización, sino que produce a costa de un consumo energético a un proceso activo con consumo de ATP.

Aparte de estos desequilibrios iónicos, hay modificaciones de las presiones osmóticas a ambos lados de la membrana y la activación de las mismas, hoy aun en estudio, es a lo que hoy se ha llamado bombas de sodio y potasio con trasiego de estos iones a través de los poros iónicos de la membrana.

Las energías requerida para la actuación de estas bombas iónicas, se obtienen, por la escisión del ATP por la ATP-asa, la actuación de las oxidasas (citocromas) que al reaccionar con el oxígeno, liberan energía.² Estos mecanismos son mucho más evidentes y se han estudiado mejor en las células musculares, en relación con la contracción de los mismos y muy particularmente en los miocardios.

Una célula en reposo presenta entre el citoplasma y el tejido intersticial, unas diferencias de potencial que para una célula epitelial u ósea, es de unos 70 milivoltios y para una célula nerviosa de unos 90 mv., siempre teniendo en cuenta que en el interior de la célula es siempre más electronegativo que el exterior.

Cuando estas membranas son activadas por un campo magnético, se realizan en ellas cambios que van a tener relación principalmente con la permeabilidad de las mismas, en relación con la orientación de los dipolos iónicos y moleculares que modifican su orientación al ser sometidas a campos magnéticos que a su vez modifican las complejas moléculas proteicas espirales, al tornando su polaridad que se orientan siguiendo las líneas de fuerza del campo o lo que es decir perpendicularmente al sentido de propagación de la energía, para lo cual tienen que sufrir movimientos de rotación que al cesar el campo magnético, describe un sentido opuesto, es decir, que estas moléculas poseen una frecuencia de oscilación sobre la cual es necesario coordinar la frecuencia del mismo campo magnético aplicado para obtener la llamada resonancia molecular, obteniéndose así el rendimiento óptimo con el menor dispendio de energía.¹¹

Estas modificaciones incluyen los cambios de los radicales

libres de las sustancias intracelulares y que por ello al ser sometidas estos campos magnéticos, podemos modificar las reacciones químicas facilitadores o inhibiéndola a nivel de hormonas, enzimas, etc. con lo que las respuestas orgánicas se van a modificar igualmente.

Este mecanismo progresado sería el responsable de las activaciones redox, tanto a nivel de ribosoma como a nivel de las cadenas enzimáticas de la respiración celular en los citocromos. Otro efecto sería el estímulo metabólico que se produciría sobre la síntesis DNA, comprobado por el aumento de timidina tritiada en la fase S la división de fibroblastos sometidos a corrientes magnéticas de baja frecuencia².

A niveles muy específicos hemos de citar algunos efectos que particularmente ocurren en las células nerviosas. En ellas se ha descrito que la acción de los campos magnéticos, determinan un aumento en el umbral de las terminaciones nerviosas, una disminución del tono a nivel del sistema nervioso simpático y una producción interna incrementada en el sistema nervioso central de endorfinas.

Sirvan como ejemplos, las reacciones redox en los organismos vivos, que permiten la acumulación de energía en materiales almacenadores, que después se utilizan para necesidades vitales. Los fenómenos en las membranas que permiten el transporte de partículas cargadas de electricidad (iones simples, iones complejos, iones portadores) dentro y fuera de las células. Este transporte corresponde a una corriente eléctrica equivalente y es regulado por potenciales transmembranosos, siendo a su vez capaz de modular potenciales membranosos mediante cambios en la concentración de los iones. La transmisión de informaciones en estructuras organizadas a través de los potenciales activos,

desde la periferia hasta el sistema nervioso central y al revés y en definitiva hacia los órganos periféricos. También en este caso intervienen corrientes eléctricas. La interacción entre células vivas y corriente eléctrica, aplicada directa o indirectamente para fines terapéuticos o de investigación.

A partir de este y otros ejemplos, es evidente la presencia de corrientes eléctricas en cada tejido. La exposición a campos electromagnéticos variables, induciendo así la presencia de corrientes eléctricas dentro del organismo, devuelve el estudio de la aplicación electromagnética al campo de la bioelectroquímica, por lo cual el estudio de los fenómenos derivados de los campos magnéticos de exposición únicamente pueden realizarse mediante técnicas y teorías bioelectroquímicas.²

Los científicos dedicados a la investigación de estos hechos, han permitido efectuar un gran avance terapéutico y nuevas posibilidades en medicina interna, traumatología, neuropsiquiatría, etc.

Exponemos ahora algunos trabajos realizados en primer lugar sobre cultivos de células aisladas y tejidos, a continuación sobre órganos, aparatos y sistemas, donde veremos la incidencia positiva del magnetismo sobre el organismo.

Los Drs. A. Libbot y S. Ridello de Italia demostraron en 1.983 la existencia de interacciones entre los campos electromagnéticos de baja frecuencia y pequeña amplitud y los sistemas biológicos, afirmando además las aplicaciones clínicas satisfactorias del procedimiento terapéutico basado en estas interacciones, considerando un campo eléc-

trico exterior que estimula a una célula, demostraron que el campo situado dentro de la célula es fuertemente atenuado y sólo el voltaje de la membrana celular es significativo. Este resultado concuerda con consideraciones biológicas que señalan que las variables relacionadas con la membrana celular afectan en gran manera el comportamiento de la célula. Observándose un comportamiento muy dependiente de la frecuencia en el análisis lineal especialmente en la corriente de sodio a través de la membrana.

Campos magnéticos con las mismas características utilizados por Cadossi³ demuestra al actuar en la membrana celular y en particular en las reacciones bioquímicas que regulan el flujo de Ca^{++} a través de la membrana. Considerando la importancia del aflujo de Ca^{++} para la respuesta de los linfocitos al estímulo mitógeno de las lecitinas, ensayamos el efecto de los campos magnéticos sobre las respuestas a las lecitinas de los linfocitos humanos normales y la leucemia linfocítica crónica B.

En los cultivos expuestos normales y leucémicos el número de células estimuladas aumentó sensiblemente con respecto a los no expuestos. El índice mitótico se triplicó y la incorporación de H se dobló. el cariotipo no se vió afectado por la exposición magnética.

La incubación de linfocitos en presencia de varapamil antagonista de calcio reduce sensiblemente la respuesta de los linfocitos a los mitógenos.

También en U.S.A.⁴ se estudia la exposición de campos magnéticos sobre fibroblastos humanos exhiben consistentemente subidas in-

crementadas de 3H-trimidina. Esto se tipifica por aumento del 80% durante la fase media, sugiriendo insistentemente un proceso que refuerza magnéticamente la mitosis de ADN, así se puede corroborar en una amplia serie de tipos celulares. Nos informa también que observaron un nivel creciente de timidina magnéticamente incrementada conforme aumenta el tamaño de la célula. Empleando células eritroleucémicas de Friend, cultivadas en placas Petri de 3 centímetros en medio esencial mínimo a 37 ° C y una atmósfera del 5% de CO₂, empleando bajos niveles de campo dentro del cultivo, el Dr. Scaglioni trazando curvas de desarrollo en los cultivos detectó diferencias de desarrollo entre las nuestras expuestas y las no expuestas al campo magnético, sin que observaran aumento de temperatura en las muestras.

Estos y otros investigadores buscan, los mecanismos a niveles atómicos, molecular e iónico, en el sentido de cambios a estos niveles, debidos a cargas eléctricas secundarias, inducidas sobre los mismos componentes intracelulares, que penderían a ionizarse, por inducción de los campos magnéticos N.

No sólo se ha estudiado este fenómeno a nivel de Na, K, Ca y Cl, sino sobre los cambios acaecidos de tipo eléctrico en los radicales libres activos, de complejas moléculas orgánicas. Un hecho constatado por todos es que los efectos obtenidos, difieren al modificarse el carácter, frecuencia, e intensidad de los campos magnéticos, así como el tiempo de exposición y el área de organismo afectada.

También está demostrado, que las respuestas biológicas son mucho más acentuadas cuando los organismos expuestos al campo magnético son embriones, niños, ancianos o personas debilitadas por muy

diversas causas, como, diabetes, arteriosclerosis, síndromes neoplásicos etc. que en adultos normales.

Un concepto importante que debemos diferenciar es el de sensibilidad al magnetismo, idea desarrollada por el Dr. Markov, Catedrático de Biofísica de la Facultad de Biología de la Universidad de Sofía. Este concepto permite diferenciar grados individuales, e incluso tisulares, de sensibilidad ante los campos magnéticos. Habiéndose demostrado como algunas personas, presentan cambios y respuestas fisiológicas muy intensas y prolongadas en el tiempo, ante campos magnéticos muy débiles, y otras, que por el contrario, necesitan una gran intensidad de magnetismo, y a veces muy localizados, para obtener una tímida respuesta biológica objetivable. Pero como decíamos anteriormente, estas diferencias no sólo ocurren a nivel individual, sino que hemos podido comprobar como existen, áreas del organismo, tejidos y sistemas con diferentes coeficientes de sensibilidad específica al magnetismo. Profundizando aun más detectamos que hay zonas de las propias células, más reactivas que otras, tal como vemos que ocurre con la membrana celular y en una escala aun más baja, hay elementos químicos y radicales activos más o menos sensibles a los campos electromagnéticos, o que presentan respuestas químicas más fácilmente demostrables que otras, aunque la investigación, en este sentido, aun necesitara muchos años y esfuerzos para definir todos y cada uno de los mecanismos involucrados en el fenómeno.

Otro concepto que se está estudiando es el de los efectos tardíos del magnetismo, o respuestas cuyas consecuencias se evidencian a un largo plazo bien de tipo beneficioso o terapéuticos o de tipo indeseable como efectos secundarios. A todos estos efectos tardíos, siguiendo

terminología procedente de la endocrino-neurología se les llama acciones a largo plazo o *longlasting reactions* y sobre las cuales hablaremos más adelante con los resultados obtenidos sobre animales de experimentación y también sobre humanos, experiencias realizadas en el Centro Médico de Servicios Sanitarios sobre voluntarios en la India.

A continuación pasamos a exponer los estudios realizados sobre la acción de los campos magnéticos sobre cultivos de tejidos, para ello resumimos los trabajos realizados en la Universidad de Cambric⁵ donde aplicando campos magnéticos a varios sistemas de cultivos derivados del tejido conjuntivo, incluyendo el cartilago articular del adulto y el cartilago embrionario en el cultivo de órganos, se demuestra una elevación de la actividad sintética en el tejido. Para esto se han realizado estudios detallados con cultivos celulares (fibroblastos de tendones y fibroblastos derivados de la médula ósea) que al aplicarle campos magnéticos de bajísima frecuencia se observó que aumenta la producción de colágeno en relación con la proteína no colágena. Estos fenómenos implican cambios en los niveles celulares de adenosina monofosfato ciclica. Consideramos, que estos efectos son de aplicación general al tejido conjuntivo y que puede esperarse que dichos cambios en los niveles de adenosinamonofosfato cíclico, reduzcan la actividad catabólica de una gran variedad de lesiones clínicas.

También en la Facultad de Medicina de Leuven (Bélgica)⁶ se analizan los efectos metabólicos de los campos electromagnéticos pulsátiles sobre la piel de la rata. La piel aislada de rata Wistar R macho, criadas en esta localidad, de 21 días de edad se trató con CEP durante la incubación en tampón de bicarbonato Krebs-Ringer durante diferentes periodos de tiempo a 37°C. El tampón de incubación, aparte de los antibióticos habituales, contenía aminoácidos radiactivados, gli-

cina, para evaluar la incorporación en las proteínas. El transporte de aminoácidos fue examinado por la captación celular del ácido lamino (1-14 C) isobutírico. La aplicación de CEP dió lugar a una incorporación estimulada de aminoácidos radiactivos en las proteínas y una mayor captación celular del análogo de aminoácidos. Estas observaciones indican que estos efectos sobre la curación ósea son mediatizados probablemente por síntesis proteínicas incrementada y un transporte de aminoácidos estimulado.

La disponibilidad de aminoácidos parece ser primordial responsable de la mayor síntesis proteica, mientras que la estimulación prolongada acelera la actividad sintetizadora de proteína.

Estos y otros trabajos científicos como los del Dr. M. A. Shishlo consideran que los mecanismos de acción no deben buscarse a niveles histicos ni moleculares, sino que, al contrario se trataría de una macrorreacción, en la que, como en el shock, existen muchos aparatos y sistemas involucrados en la respuesta ante un campo magnético. Así, para este autor habría de hablar de una respuesta orgánica generalizada, en la cual el eje sistema nervioso-corazón-vascular periférico, llevaría la dirección de una respuesta orgánica, en la que también el pulmón, suprarrenales y riñón, como mecanismos compensadores, tomarían parte muy activa. En este mismo criterio coincide el Evtushenco y colaboradores, pero además, tratando de establecer el grado y modo de participación de todos estos sistemas de respuesta y que en el fondo estarían en relación con distintos grados de permeabilidad de las membranas celulares de los tejidos involucrados en la respuesta, que insisten que es una reacción de tipo generalizado. Otra orientación sobre estos fenómenos, esta vez la expuesta por el Dr. Pilla y sus colaboradores, es la que sitúa el problema a nivel energético celular en rela-

ción con la fosforilización en moléculas energéticas tipo ADP, ATP, por afectaciones a nivel enzimático, e incluso a nivel de información-desinformación nuclear, de cualquier modo, exponemos estas teorías, muchas de ellas muy difíciles de objetivar y todas en fase de revisión, debido al gran número de factores que se imbrican en el fenómeno a todos los niveles, y que el nivel actual de nuestros conocimientos, no nos permite separar lo accesorio de lo primordial, al tratar de conocer el *primun novns* del fenómeno. Mucho más se acentúa el problema, cuando además tratamos con el magnetismo, que es una rama de la física poco conocida en esencia, y sujeta a una total revisión, de incluso sus conceptos más fundamentales, en nuestros días.

Otra opinión, mantenida esta vez por un científico estadounidense, el Dr. Piccardi⁷ de la Universidad de Springfield, orienta sus tesis hacia el agua orgánica, contenida en las células y los tejidos y vuelca sobre ella la responsabilidad de las acciones biológicas de respuesta a los campos magnéticos en organismos vivos.

También estudiosos soviéticos, como Pirusjan L.A y R. Petz y J. Cabicar y colaboradores,⁸ todos ellos pertenecientes a la Academia soviética de investigación científica, coinciden en atribuir al agua orgánica un papel primordial en el fenómeno, habiendo demostrado cambios en las propiedades físico-químicas del agua sometida a la influencia de campos magnéticos, cambios de tipo estructural, cambios de polaridad molecular que como decíamos se traducen en modificaciones físico-químicas de esta importante molécula, componente asiduo de todos los tejidos orgánicos, y medio en el cual tienen lugar todas las reacciones bioquímicas en el ser vivo. Estos cambios estructurales en las moléculas de agua determinan directamente modificaciones iónicas e hidroelectrolíticas

comprobadas, que a su vez son las responsables de las modificaciones de la permeabilidad de las membranas celulares a todos los niveles, no meramente pasivo, sino a veces a contra gradiente y con un consumo activo de energía. A raíz de haberse centrado el problema de los cambios acaecidos en las moléculas de agua, el Dr. Marko S. Marcov de la Universidad de Sofía, ya anteriormente citado, ha realizado una serie de experiencias muy demostrativas y que comentaremos en esencia. Estas experiencias estudian paralelamente los efectos biológicos y los parámetros físico-químicos de aguas previamente tratadas magnéticamente por exposición a campos magnéticos. En reiteradas pruebas demostró las modificaciones de estos parámetros físico-químicos, entre ellos los cambios de absorción luminosa, la electroconductibilidad, la viscosidad, la tensión superficial, etc. de estas aguas tratadas magnéticamente. Comprobó además que existe un punto de magnetización en que todos estos factores sufren un máximo incremento, elevándose sus valores basales en un 30%, además demostró que este 30% de incremento máximo ocurriría paralelamente en la conductibilidad eléctrica, viscosidad, tensión superficial, etc. cuando el agua había sido previamente sometida a un campo magnético de una intensidad concreta de 45 mT y durante un tiempo de 30 minutos, a partir de estos niveles de magnetización se caía en una progresiva normalización de los parámetros estudiados, volviendo a elevarse de modo cíclico al aumentar mucho más la magnetización y el tiempo.

También demostró paralelamente que las aguas magnetizadas, con las citadas intensidades y tiempos, tenían también un máximo de respuesta biológica. Estas coincidencias físico-químicas y biológicas no fueron consideradas casuales y superaban los más estrictos criterios estadísticos y fue lo que hizo pensar que existe un punto óptimo de magnetización que pondría en marcha un mecanismo de "resonancia"

en este punto sería en el que se producirían los cambios microestructurales antes citados es decir, la aparición de respuestas biológicas terapéuticas.

Estas experiencias se han realizado en organismos vivos de diferentes complejidades desde células aisladas de cultivos de tejidos bacterias, vegetales y animales y en todos los grados y niveles se han demostrado en todos ellos la constancia de este mecanismo de resonancia que según el caso ha producido cambios en el ADN y ARN, en los protidos complejos *in vivo*, alteraciones en el espectro de la clorofila y modificaciones en los niveles de concentración de microelementos en sangre.

Las experiencias acerca de este punto de resonancia, posteriormente se han ido confirmando por otros investigadores y esto ha sido muy recientemente, en Agosto de 1.984, una de las ponencias en el V Congreso Internacional de Biomagnetismo celebrado en Vancouver (Canadá). Este congreso ha sido de algún modo un espaldarazo científico al conocimiento del biomagnetismo, con una participación de los más distinguidos neurofisiólogos del mundo. En representación de nuestro país han asistido el grupo del Profesor Rodríguez Delgado con sus colaboradores del Centro Ramón y Cajal de Madrid, Drs. J. Monteagudo, J. Leal, E. Ramírez, A. Ubeda, M.A. Trillo y A. Parreño que han presentado trabajos acerca del efecto de los campos magnéticos sobre cerebelo de monos, con lo que han conseguido una regulación psicomotriz y una frenación hipotalámica con un evidente control de la emotividad y agresividad.

Como decíamos anteriormente, también el grupo del Dr. Rodrí-

guez Delgado, han confirmado no sólo los criterios sobre sensibilidad individual y timidez, sino el hecho de que al modificar la intensidad del campo magnético se van obteniendo respuestas diferentes, hasta llegar a un punto óptimo que en el trabajo de este grupo ha sido de 50 Hz como inductor del sueño al colocar el cerebro bajo la acción de este campo magnético, pero este efecto desaparece al aumentar la intensidad, llegándose al efecto contratio, a medida que se aumenta esta intensidad de campo, consiguiéndose agitación y gran agresividad. Todo hace pensar que estos efectos son superponibles al someter a estos campos magnéticos a pacientes como parte de un tratamiento para control de procesos patológicos psiquiátricos, seleccionando previamente la frecuencia e intensidad a emplear en cada caso concreto. Pero dejemos aquí los aspectos de tipo terapéuticos que estudiaremos en otro capítulo para seguir como íbamos comentando las experiencias que se han realizado a diversos niveles de complejidad orgánica.

Decíamos, que a nivel bacteriano se detectaba un efecto sobre las moléculas complejas de tipo proteínico y cuya consecuencia práctica es que se produce una inhibición de los mecanismos de reproducción bacteriana, lo cual aunque no existe experiencia suficiente, parece ser utilizado este efecto como parte de una terapéutica antimicrobiana, totalmente exenta de efectos secundarios sobre tejidos sanos y respetando los mecanismos orgánicos de defensa, e incluso potenciando la acción de algunos fármacos específicos antimicrobianos, ya que produciremos un efecto bacterioestático similar al de muchos antimicrobianos de este tipo.

En organismos más complejos, se han realizado estudios por su fácil observación y rápida y controlable reproducción, con la mosca

de fruta, la clásica *drosophila* en la cual han podido objetivarse, tras la exposición al magnetismo, la aparición de mutaciones genéticas en su descendencia, y se ve como estas mutaciones, aunque aun los trabajos están en marcha, son más frecuentes y mucho de ellos letales cuando se aumenta la frecuencia y la intensidad del campo magnético. Estos trabajos, también comunicados en el citado congreso de Vancuber, vuelven a confirmarse los criterios de sensibilidad y de lo que llamábamos resonancia, que como hemos visto, se cumplen a todos los niveles de esa escala de complejidades orgánicas. También se han hecho estudios comparativos entre embriones de pollos y aves adultas que han puesto de manifiesto la mayor sensibilidad de los primeros ante campos magnéticos aun de muy baja intensidad, incluso mucho más débiles que el magnetismo terrestre.

Hasta ahora hemos citado efectos modificadores de la reproducción, inhibidores enzimáticos y mutaciones genéticas potencialmente perjudicables, que precisamente por ello, estos efectos podrían tener aplicaciones terapéuticas antimicrobianas etc., pero también se han objetivado efectos muy beneficiosos a nivel celular, mejorando el crecimiento celular y acelerando los mecanismos productivos. Tal vez este capítulo sea el que más aplicaciones prácticas ha suscitado del fenómeno magnético, pues además de numerosas publicaciones a nivel mundial, han sido varias las comunicaciones presentadas en el Congreso De Biofísica y Biomagnetismo, acerca de la exposición al efecto de campos magnéticos en traumatología, ortopedia y reumatología.

El conocimiento de los efectos provocados en las células y tejidos por corrientes eléctricas débiles, desarrolladas por campos electromagnéticos inductivamente acoplados, de tiempo variable, ha aumentado considerablemente en estos últimos años. El comportamiento celular

puede ser modificado por corrientes inducidas por campos electromagnéticos pulsados, debidamente diseñados, en diferentes tejidos tales como hueso, cartílagos, nervios, la piel y otros. Puede conseguirse un control selectivo de las células mesenquimatosas mediante sucesos eléctricos pulsados en el microentorno de la célula, las respuestas que se obtienen a determinados tipos de campos electromagnéticos son una clasificación primero y después una producción ósea, por parte del fibrocartílago situado en el hueco, entre los fragmentos de hueso de una desunión postraumática o congénita. Puesto que la remodelación y el cambio estructural son aspectos típicos del hueso que se pretende controlar por medio de la información electricamente mediatizada, era evidente que había que investigar primero los efectos biológicos en el hueso y las posibilidades terapéuticas en los campos magnéticos.

Las acciones, concretando sobre estas estructuras microcristalinas, posiblemente se ejercen por un efecto piezoeléctrico, del que ya hemos hablado y que va a afectar preferentemente al hueso y al cartílago. En el primero de ellos, la polarización va a determinar una orientación arquitectónica de las trabéculas óseas que conducen a la formación más perfecta y acelerada del callo óseo tras las fracturas. Sobre el colágeno se va a favorecer la reparación y cicatrización de los traumatismos del mismo.

EFFECTOS TERAPEUTICOS.--

Después de haber analizado los efectos que sobre las estructuras orgánicas produce la magnetoterapia, puede deducirse las aplicaciones terapéuticas de la misma en la clínica, y va a abarcar muy diversos campos que iremos estudiando separadamente.

Efecto Trófico. En función de las acciones favorecedoras de la síntesis protéicas, y de ADN en particular, de la estimulación energética que representaba sobre los mecanismos de síntesis de ATP y por el estímulo a la respiración celular a la vez que paralelamente se incrementaba el aporte de sangre, dado el efecto vasodilatador local que produce, será muy efectivo el empleo de esta técnica terapéutica en todo aquel tipo de lesiones en las que se necesitan la regeneración tisular en áreas concretas, pues se estimularán, por una parte los fenómenos regeneradores locales de los tejidos, particularmente de tejido conectivo y de granulación, y ulteriormente el desarrollo de los fibroblastos que acelerarán la cicatrización de las lesiones. Por lo que será de preferente aplicación esta terapia en todo tipo de heridas, lesiones ulcerosas, lesiones traumáticas, contusiones, esginces, lesiones musculares y nerviosas, así como en numerosas afecciones dermatológicas y aquellas en las que se vean afectadas grupos musculotendinosos, lumbagos, bursitis tendosinovitis y procesos artropáticos.

Por los efectos de carácter piezoeléctrico que hemos estudiado será de la máxima eficacia terapéutica el empleo de la magnetoterapia en todas aquellas lesiones traumáticas que afecten al complejo hueso-cargílag, como fractura, distensiones, esginces, etc.¹¹

A continuación exponemos los resultados obtenidos por algunos investigadores y los índices de curación alcanzados en traumatología por la acción de los campos magnéticos.

En desuniones óseas postraumáticas de fémur y tibia, sobre 400 pacientes, aplicándoles electromagnetismo durante 3 horas diarias en 8 semanas, el Dr. Lecher⁹ de la República Federal Alemana consigue

el 93% de curaciones y el 50% en pseudoartrosis congénita. También en el Departamento de Ortopedia en la Universidad de Leuven¹⁰ (Bélgica) utilizando este método de tratamiento con campos magnéticos pulsados en 90 pacientes afectados de desuniones, es de destacar el índice general de resultados positivos, que, clasificándolo por localizaciones, fue el siguiente: tibia 89%, fémur 84%, húmero 50%, congénitos 85% y otros 37%.

En Italia, el Dr. Gianceschi¹¹ y colaboradores, obtienen un porcentaje de éxito general del 86% en el tratamiento de pseudoartrosis congénitas y adquiridas, utilizando campos magnéticos pulsantes de 75 Hz de frecuencia, 2'3 m Tesla de intensidad y 1'3 segundos en amplitud durante 10 horas al día en cada paciente hasta la curación.

En pseudoartrosis congénitas se curaron el 85%, el 84% en las adquiridas y el 89% de uniones diferidas se curaron. En todas ellas se observó la formación de un fuerte callo ósea perióstico durante el proceso de curación.

En la Universidad de Parma,¹² utilizando magnetoterapia con las mismas características anteriores, sobre 12 enfermos de pseudoartrosis infectadas (estafilococos, escheridia coli, prôteus, enterobacter, pseudomonas) en miembros inferiores. Exceptuando dos casos que continúan en tratamiento, el resto se encuentran curados, habiéndose invertido en su curación un tiempo medio de 6'3 meses.

Con campos magnéticos de 50 Hz de frecuencia, 58 Gauss de intensidad, con tiempo de exposición de 1 hora/3 ciclos/15 sesiones, en 20 casos de pseudoartrosis infectadas o no y de consolidación retardada de fracturas en los miembros, en 4'2 meses, 18 pacientes alcanza-

ron la consolidación, y además, hemos de subrayar el efecto curativo sobre piel, el efecto analgésico, y la mejora del drenaje linfático en ellos. En los casos sin éxito, se trataba de lesiones infectadas, caracterizadas por una gran pérdida de sustancia a nivel del hueso y de los tejidos blandos.¹³

También se han obtenidos resultados muy satisfactorios utilizando campos magnéticos, sobre lesiones traumáticas en los deportes,¹⁴ en la osteoporosis¹⁵, en artropatías y miopatías¹⁶, en la artritis reumatoideas localizadas en articulaciones¹⁷, artritis degenerativas senil¹⁸, y un largo etc. Siempre evaluando (antes y después del tratamiento magnético) varios parámetros con objeto de conocer su eficacia, observándose en todos ellos la acción positiva de los campos magnéticos sobre el dolor subjetivo, objetivo, dolor espontáneo, inducido por movimientos y presión (el 81-90% mostró efecto analgésico permanente), tumefacción (medida por la circunferencia de las articulaciones) recuperación funcional (fuerza de arranque y amplitud máxima de la articulación), rigidez matutina, etc., en ninguno de ellos se aprecian cambios significativos en las pruebas de laboratorio.

Dada la falta de efectos secundarios, podemos sacar la conclusión de que la magnetoterapia, aparece como una modalidad válida y promisorio de tratamiento de la artrosis. Destacamos los trabajos que en la actualidad se realizan en el Centro Médico de Rehabilitación de Valdejo (Italia) dirigidos por el Dr. Francesco G. Peruzzi¹⁹, sobre pacientes afectos de artrosis cervical y lumbar y que textualmente comunicó en el primer miting internacional de aplicaciones biomédicas del electromagnetismo celebrado en Venecia (Italia) durante la segunda quincena del mes de Febrero de 1.984 se han conseguido muy buenos resultados en pacientes con artrosis, en los que la repetición de la

terapia cada 6 meses parece indicada en el tratamiento del dolor.

En la tabla siguiente recopilamos 176 casos de enfermos con artropatías, tratados mediante electromagnetismo por el Dr. Andreas Kyviakanlis²⁰ en Viena (Austria).

	% de casos	% sin mejora	% con ligera mjo	% mjo satisf.	% exl
Gonartrosis	29	12	29	37	22
Sind. cervicl	6	-	-	46	54
Omartrrosis	25	2	20	42	36
Sme. L-isqui agudo.	40	7	33	32	28

Finalmente en fracturas con dificultad para consolidar, aunque ya sea un procedimiento de frecuente empleo en las consultas clínicas de traumatología, y de demostrada eficacia, actualmente en el Centro Ramón y Cajal en Madrid se están realizando varios trabajos científicos en este sentido en los que además de demostrar el éxito obtenido con este método, para la consolidación de fracturas, se están estudiando los mecanismos íntimos citoquímicos de actuación del magnetismo sobre los osteoblastos y la disposición espacial de las laminillas óseas neoformadas según redes especiales trabeculares modificadas por la acción del magnetismo. También se han objetivado los movimientos de los osteoblastos y osteoclastos en el área ósea fracturada sometida a consolidación bajo influencias magnéticas. Un trabajo clínico de gran envergadura y con una gran casuística, aplastantemente representativa se está realizando también en Madrid, sobre el tratamiento magnético en fracturas óseas, en colaboración entre los Drs. Rodríguez Delgado y Palacios Carvajal, este trabajo y los otros muchos citados, en estas páginas ponen de manifiesto el interés, que a nivel internacional,

está suscitando el tema del magnetismo aplicado a la biología, así como el hecho de que nuestra Universidad, está ocupándose en estos temas de investigación de vanguardia, significada ahora por las brillantes contribuciones de científicos españoles, arriba citados, a este Congreso Internacional y el gran número de trabajos publicados en nuestro país acerca de estos temas, así como otros muchos que hemos conocido y que están aun en fase de elaboración y trabajo.

Efecto Vascular.

El efecto miorelajante que posee esta terapia, va a actuar muy particularmente a nivel vascular, dando lugar a una vasodilatación local preferentemente arteriolar en la que también influyen el bloque del sistema nervioso simpático, y una vasodilatación venosa refleja junto a una neoformación de capilares. Será de gran efectividad en patologías derivadas de alteraciones periféricas, arteritis, insuficiencias venosas, úlceras varicosas, etc., en las cuales, dejan sentir además, un efecto beneficioso, el hecho de que la magnetoterapia favorece la circulación linfática de retorno y efectos antiedematosos que estudiaremos más adelante. A la par que una carga electrostática a la sangre que tiende a favorecer la circulación, evitando la agregación plaquetaria, la cual, produce un incremento de aporte de oxígeno a las áreas sometidas a tratamiento, en las cuales se va a ejercer, por la parálisis del esfínder precapilar, un estímulo a la microcirculación consecuencia de todo ello, serán, aparte de los efectos ya citados en el apartado anterior, un efecto antiinflamatorio-antiedematoso con un incremento local circulatoria que va a hacer que sea un tratamiento muy favorable en las enfermedades de carácter vascular como las tromboflebitis arteritis obliterantes y las distintas afecciones de la arteriosclerosis a distintos niveles.

Se han realizados muchos trabajos científicos para el estudio de la acción del magnetismo sobre el sistema circulatorio, especialmente en arteriosclerosis. Síndrome de Raynaud y posflebítico. Aunque no vamos a detallar dichos trabajos debido a su gran extensión, sí exponemos de forma reducida los resultados obtenidos analizando una biopsia después del tratamiento magnético. Se observa un aumento del flujo capilar a través de la acción trófica a nivel microvásculo-tisular induciendo así un crecimiento diferenciador de las células mesenquimatosas hacia elementos periciticos y angioblásticos. Otro hallazgo es la riqueza extraordinaria de capilares recién formados, además dilatados y llenos de sangre con endotelio regular y membrana basal practicamente normal. Abundancia de elementos pericitarios alrededor de los capilares y otros vasos sanguíneos pequeños. El segmento intermedio aparece a veces abierto y lleno de sangre.^{21,22}

Estos hallazgos morfológicos parecen indicar una actividad peculiar de los campos magnéticos en la relación microvaso-tejido. La abundancia de capilares recién formados, en el desierto del tejido conjuntivo dérmico en los casos de esclerodermias, y en este sentido el "repoblamiento" con células mesenquimatosas, son los aspectos morfológicos de las modificaciones más delicadas a nivel bioquímico.

Acción Antiinflamatoria y Analgésica.

Como hemos comentado en apartados anteriores, la magnetoterapia localmente, produce una estimulación de la circulación que induce un efecto antiinflamatorio, al que hemos de sumar, la mejora en la circulación linfática y venosa, y como consecuencia de ella un efecto antiedematoso. Pero además, las acciones moduladoras y estimu-

lantes de los mecanismos inmunológicos a nivel linfocitarios y por estímulo de los neutrófilos y macrófagos, representan un componente primordial en el efecto antiinflamatorio en inflamaciones crónicas. Además hemos de añadir el importante beneficio que representa la analgesia sobre el foco inflamatorio. En este terreno, actúa mediante un incremento en el umbral del dolor, interfiriendo el mensaje centripeto del dolor y bloqueando a nivel medular en el dolor superficial añade el efecto beneficioso de la secreción de endorfinas que desencadenaría el magnetismo.

En dolores musculotendinosos, junto al efecto antiinflamatorio, se añade la disminución de la contractura muscular que se asocia a estos cuadros y que aumenta la sintomatología dando lugar a impotencias funcionales.^{36,37}

Además, a todo ello se añade un efecto sedante central cuando se aplican con 100 Hz de frecuencia concretamente.²

Por lo antedicho, un importante capítulo de las indicaciones clínicas es en las afecciones de carácter inflamatorio crónicoosteoarticular entre las que hemos de destacar la artrosis en todas sus localizaciones y etapas evolutivas, así como en otros procesos reumatoideos e inflamatorios en general. ^{11,33,34,35}

Efecto Antiespasmódico.

Este efecto se ejerce sobre la fibra muscular con la doble vertiente en su acción sobre músculo estriado y fibra muscular lisa. En el primer apartado hemos de destacar el efecto antiespasmódico que hemos citado en el capítulo anterior con referencia a las contrac-

turas musculares y junto a él un efecto trófico y vasoregulator, así como el hecho de que actúe sobre el organismo atravesando los medios de inmovilización habitualmente empleados en traumatología, yesos, vendas elásticas, etc., esta efectividad vuelve a remitirnos a las aplicaciones clínicas que en apartados anteriores hemos citado, de carácter traumático, inflamación osteoarticular, reumatismos, etc. El otro efecto, es decir, en su acción antiespasmódica de la fibra muscular lisa, hace que desplazemos las indicaciones en este terreno hacia la patología digestiva en la cual aparte del componente antiespasmódico, se añaden los efectos analgésicos y sedantes, muchas veces en la base etiológica del problema cuando estas son de carácter psicosomático. Entre estas aplicaciones, incluimos las patologías ulcerosas en sus distintas localizaciones, gastritis¹¹, colitis, colitis ulcerosas, colon irritable, y otras patologías en las cuales se ve imbricado el stress y la tensión emocional^{2,11}. Es innumerable el número de trabajos que en este campo se ha realizado, pero en orden a destacar los aspectos psicosomáticos, citaremos las investigaciones experimentales que se han realizado por el Dr. Gualtierotti³⁸, en las úlceras digestivas experimentales en ratas y en hiperperistaltismos igualmente experimentales con el método de Iansen e Iagen por administración de una suspensión al 10% de carbón vegetal en agua destilada con un 5% de goma arábica³⁹, en el que concluyen con resultados favorables por la acción de la magnetoterapia sobre la peristalsis.

Otro grupo de patologías espásticas susceptibles de tratamiento con magnetoterapia, es el grupo de la bronquitis de tipo asmático, bronquitis crónica, en el que igualmente han sido aplicadas las terapias físicas empleadas, en este aspecto existen también numerosos trabajos, de los cuales, destacaremos un capítulo recapitulativo de varios de ellos, efectuando sobre una gran serie de pacientes asmáticos

(228 enfermos) con estudio comparativo de los tratamientos habituales, de los cuales, se usó terapia con campos electromagnéticos de baja frecuencia para casos de asma bronquial intrínseca, extrínseca, y mixta con resultados que demostraban la eficacia de la magnetoterapia en esta enfermedad.⁴⁰

También, en las enfermedades del aparato urinario y ginecológico en particular, asimismo, existen indicaciones de la aplicación de esta terapia física, tal es el caso de la anexitis agudas y crónicas dismenorreas y parametritis.^{2,41}

Finalmente, se emplea por este efecto antiespasmódico de la fibra muscular lisa como parte del tratamiento de fondo, en enfermedades circulatorias periféricas en las que predominan el componente espasmódico como principal indicación en este sentido tenemos la enfermedad de Reynaud.

Efecto sobre el Sistema Nervioso Central.

Ya hemos referido el efecto sedante y espasmolítico, así como el estímulo de la secreción de endorfinas que son justificación para el empleo de estas técnicas en neurología y psiquiatría, efectos beneficiosos a los cuales hay que añadir el efecto antiinflamatorio y analgésico, favorecedor de la circulación local tan beneficiosa a la hora de tratar patologías neurológicas de carácter periféricos como las neuralgias ciáticas. En el terreno de la Psiquiatría, también se ha empleado este tipo de terapia con éxito en el insomnio y en la pistonía neurovegetativa⁴², así como en el tratamiento de las secuelas de arteriosclerosis cerebral y de la deshabitación del alcoholismo y la drogodependencias varias, en estudios realizados durante cinco

años empleando campos magnéticos pulsantes sobre pacientes que habían fracasado ante las curas de desintoxicantes convencionales empleados con anterioridad.³

MAGNETOTERAPIA PUNTUAL. MANGETOFOROS, APARATOS DE MAGNETOTERAPIA PUNTUAL Y PLACAS MAGNETICAS.

Dentro de la magnetoterapia en general que hemos estudiado en el apartado anterior, un capítulo en especial lo constituye la exposición a un campo magnético de carácter continuo, constante y sobre un área muy localizada del organismo. Tal vez esta sea la forma más idónea de aplicación de la magnetoterapia, pues en ella este tipo de energía no es manipulada artificialmente mediante procesos de carácter electrónico, no se invierten las polaridades, ni se modifican los trenes de ondas energéticas, lo cual, como hemos visto en el capítulo anterior es aconsejable e incluso necesario en cierto tipo de terapias para que en este caso y ante indicaciones concretas la magnetoterapia continua ha sido empleada empíricamente durante muchos años con efectos beneficiosos como comentamos en el bosquejo histórico anteriormente, cuando no existía posibilidad de modificar dicha emisión magnética. Otro aspecto diferenciador con el grupo anteriormente citado es el hecho de que la magnetoterapia puntual puede mantenerse aplicada continuamente durante plazos de tiempo que pueden alcanzar varias semanas, ejerciendo un efecto constante que pronto el organismo lo percibe y llega a admitirlo sin ningún tipo de intolerancia y sin considerarlo una ingerencia en sus mecanismos internos de regulación, por el contrario la magnetoterapia en general, aun teniendo muchas ventajas indiscutibles precisa de equipos costosos y de la necesidad por parte del paciente de desplazarse a otros centros de tratamiento periódicamente durante tiempos a veces prolongados ya que las sesiones no son excesivamente extensas en el tiempo. Además en la magnetoterapia general existe un alto componente de dispersión energética dado que se someten grandes áreas al campo magnético muchas de las cuales no van a necesitar la exposición a estos campos, mientras que las zonas que preci-

san quedan cortas en dosificación.

Estos defectos de que adolecían los primeros equipos de magnetoterapia han sido así entendidos por los equipos de médicos y expertos en bioingeniería hasta el punto de que han adaptado estos aparatos para concentrar la zona de exposición a áreas más reducidas, donde era necesario su efecto. Más recientemente aun, los equipos han ido concentrando su área de acción llegando a presentar recientemente aparatos con un brazo móvil que permite la aplicación de magnetoterapia puntual con las consiguientes ventajas terapéuticas que presenta sobre los equipos clásicos, pues además de su efectividad local en áreas muy reducidas permite modificaciones en el aspecto energético que pueden aportar al organismo. Aparte de las ya clásicas configuraciones sinusoidales, ondas planas, trenes de onda con intervalos con alternancias bipolares en general, permiten la polarización Norte o Sur, ya que cada una de estas modalidades de espectro energético tiene indicaciones concretas y específicas. Así pues el operador del equipo de magnetoterapia, en función de la patología que presenta el paciente, o de las connotaciones que la misma presenta, puede en la consola de mandos del equipo modificar las características de emisión del mismo, adaptándolo a las necesidades del mismo, en cada caso concreto. Puede el operario así dentro de una misma sesión iniciar un tipo de tratamiento de carácter general y cuando lo considere necesario, mediante la terminal móvil del equipo aplicar una magnetoterapia puntual, prácticamente similar a la que puede llevarse a cabo con un magnetóforo. Otra ventaja adicional de estos modernos aparatos es que pueden simultanear una emisión constante de intensidad magnética variable con lo que puede abarcar el campo de acción de los distintos magnetóforos que existen comercialmente disponibles en cuantía

de gauss aplicados, e incluso superar a las más recientemente incorporadas a la clínica de cobalto-samarium cuya intensidad no suele superar los 2.000 gauss o algunos de aleaciones metálicas especiales, aun en fase experimental cuya intensidad magnética llega a los 3.000 gauss. Estos equipos de magnetoterapia avanzada en este terminal puntual puede aplicar intensidades de hasta 10.000 gauss.

Con estos equipos como decíamos, puede obtenerse la muy deseada transformación por parte del clínico de un equipo convencional en un aparato de magnetoterapia pluripotencial y plurivalente pudiéndose emplear en sesiones de una mayor duración en el tiempo de carácter mixto en función de las necesidades clínicas del paciente que está siendo sometido a tratamiento una limitación del sistema viene impuesto por las propias leyes físicas y que sería la aplicación simultánea de ambos tipos de tratamiento magnetoterápicos generales y puntuales sincrónicamente, en orden al acortamiento temporal de las sesiones, como decíamos viene limitado por las propias leyes del electromagnetismo, ya que desencadenarán la aparición de las corrientes parásitas de Foucault inducidas por las ingerencias de unos campos magnéticos en otros y perjudiciales por la transformación en calor de los núcleos ferromagnéticos cuando dentro de un campo magnético aparece una variante en intensidad de otro.

Frente a estas serie de ventajas evidentes el aparato de magnetoterapia sigue presentando el inconveniente de que necesariamente el enfermo puede ser sometido a un beneficio durante un tiempo limitado, frente al magnetóforo, el cual aun con menos intensidad magnética puede actuar día y noche continuamente durante semanas y aun costo inferior. De cualquier manera si se realizan cálculos de intensidad magnética en función de las horas de aplicación, es decir un pa-

rametro que valore el número de gauss en 24 horas recibidas en un área concreta del organismo podríamos comprobar, dado el elevado número de gauss que puede emitir el equipo de magnetoterapia en su terminal puntual, inexorablemente resultaría que la dosis recibida por el enfermo en las 24 horas sería más alta con el empleo de estos aparatos que con los magnetófonos. Otra ventajas que estos equipos presentan al producir su campo magnético tan intenso y actuando en un espacio tan reducido de superficie corporal, es que la concentración de líneas de fuerza magnética por unidad de superficie es muy alta hecho de gran valor terapéutico como hemos razonado anteriormente. Paralelamente a este fenómeno de concentración de líneas de fuerza, encontramos el beneficio adicional de la reducción importante de magnetismo disperso o fenómenos de zonas con líneas de fuerza cerradas ineficaces terapéuticamente.

En el siguiente apartado de este mismo capítulo estudiaremos las indicaciones y contraindicaciones de este tipo moderno de magnetoterapia puntual mediante máquinas generadoras de energía magnética, pues prácticamente son las mismas que las de los magnetóforos convencionales, evitándonos la repetición de conceptos que alargaría innecesariamente el tema.

También, recientemente y como método alternativo al magnetóforo convencional de magnetoterapia continua de carácter puntual, es decir, sobre áreas muy reducidas de superficie cutánea, se han venido utilizando igualmente las resinas ferromagnéticas metalizadas en uno de sus lados y cubiertas por papel o sustancias adhesivas por el otro para adaptarse a la piel.

Estas placas han sido estudiadas por varios autores^{43,44} que

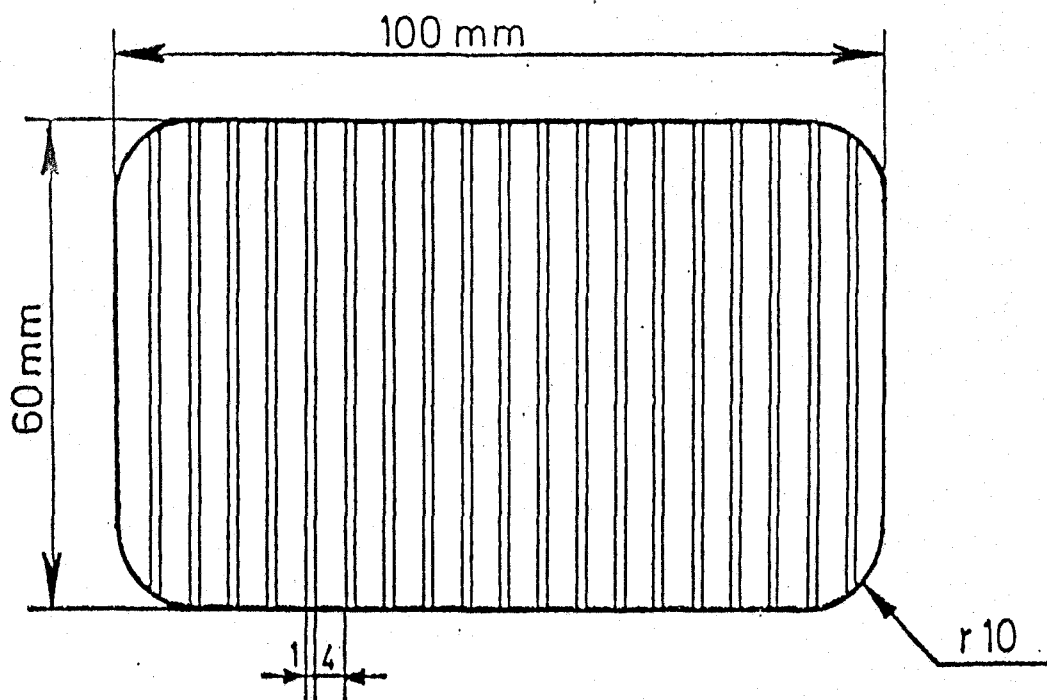


Fig. 4

han realizado distintos ensayos clínicos particularmente en Austria, las cuales insisten en que dichas placas tendrían además del efecto magnético un efecto térmico pues aseguran que actuarían como parche sobre la superficie cutánea produciendo algo de hipertermia inicial, hecho que consideramos un beneficio adicional demostrado por estudios termográficos⁴⁴. Una de las limitaciones que se atribuye al empleo de sustancias ferromagnéticas es que difícilmente pueden almacenar un potencial magnético elevado, siendo generalmente su intensidad de campo magnético de unos 500 gauss, pero con un coeficiente de pérdida más elevado que el de las aleaciones metálicas aunque la investigación está actualmente tratando de incrementar el potencial magnético de dichos materiales. Tengamos en cuenta que la tendencia en la investigación es adotar a los magnetóforos con crecientes intensidades de campo magnético, como hemos visto que ha ocurrido en las aleaciones especiales de acero que capaces de almacenar potenciales magnéticos cada vez mayores, como ha ocurrido con el cobalto-samarium, podemos

podemos pensar que la eficacia de estos metales se ve limitada a priori por las propias características del material empleado que ya supone un estímulo a la investigación cuando tiene que competir con el magnetóforo metálico, y mucho más cuando ya hemos visto que los aparatos de magnetoterapia general han adaptado un brazo móvil a través del cual se puede someter al paciente a campos magnéticos de hasta 10.000 gauss sobre áreas puntuales con todas las ventajas de las aplicaciones cutáneas.

Por otra parte estas placas no ejercen una acción totalmente puntual, pues su efecto se dispersa por áreas de mayor o menor extensión según el tamaño de estas placas que se ha utilizado, lo que supone un grado considerable de dispersión magnética.

Un inconveniente importante que comentan algunos autores consultados, afirman que estas placas alternativas,³⁶ en banda que se yuxtaponen los elementos Norte y Sur, no permite el estudio diferencial de los dos polos, base fundamental de la magnetoterapia.

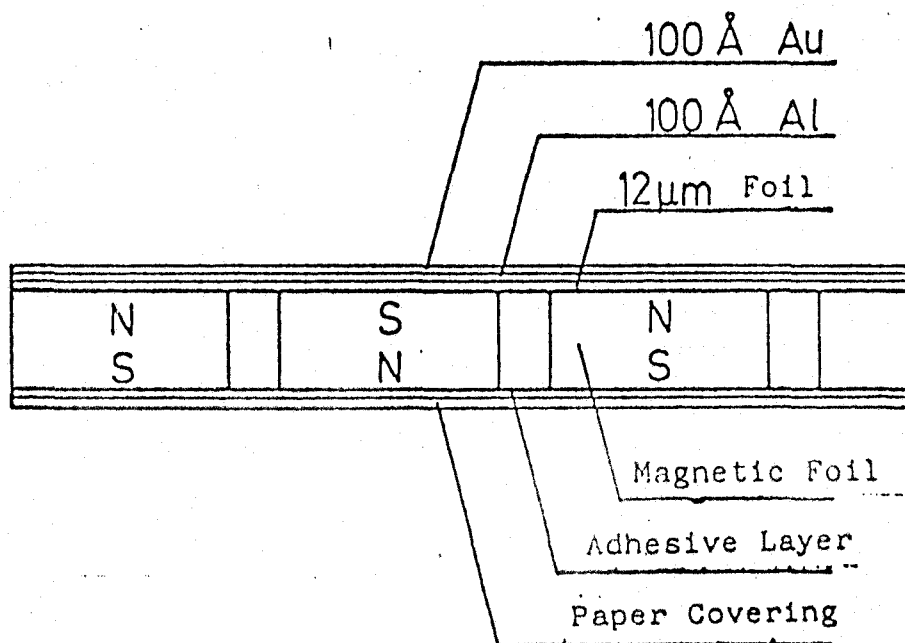


Fig. 5

Prete a estos aspectos negativos, otros investigadores de la escuela austriaca⁴⁵ han comprobado la existencia de un efecto paralelo de tipo termógeno que compararía el poder de penetración que describen como de pocos mm. de los campos magnéticos, atribuyendo la existencia de mecanismos neuro-humorales beneficiosos terapéuticamente y también afirma el mismo autor que se están empleando placas de este tipo que pueden alcanzar 1000 gauss de potencia, aunque dichos equipos, aun se encuentran en fase experimental.

Otra ventaja que este autor valora es el de la gran versabilidad en su uso que estas placas inductoras de campos magnéticos alternantes tienen y el hecho de que pueda ser mantenido "in situ" durante un espacio de tiempo prolongado. Finalmente otros autores⁴⁶ valoran como efectos beneficiosos, además del efecto magnetoterápico un efecto hipertérmico, ya citado por autores en estos mismos tipos de placas.

Una vez analizados los equipos, que podemos considerar alternativos para la realización de la magnetoterapia puntual, comentaremos brevemente el clásico de los sistemas para la aplicación de éstas

Nos referimos a los magnetóforos así llamados por ser portadores de energía magnética para ser aplicado con carácter terapéutico.

Unos magnetóforos están constituidos básicamente por un núcleo metálico de acero con distintos tipos de aleaciones o núcleos compactados de resinas ferromagnéticas de tamaño reducido y cargado magnéticamente con distintas intensidades de potencial magnético. Hemos de destacar que estamos refiriéndonos a un imán de carácter permanente y de campo magnético constante y uniforme, aunque más adelante

matizaremos estos conceptos en detalle. He de destacar además el carácter terapéutico físico para el cual han sido diseñado, y cuya forma de aplicación terapéutica va a ser generalmente mediante aplicación local externa sobre la superficie de la piel en áreas seleccionadas por el clínico.

Diferente es el caso del empleo de material ferromagnético utilizado para marcar albúmina y que introducido en microesferas para dirigir determinados medicamentos hacia áreas concretas en vivo.⁴⁷

Este tipo de estudios de vanguardia de aplicación de magnetismo se está realizando en varios laboratorios de investigación en Japón, Gran Bretaña, Estados Unidos y por la relación que tiene con el tema que estamos estudiando, así como por representar un nuevo sistema de tratamiento, y por tener relación con el tema que estamos estudiando merece ser comentado aquí, aunque brevemente.

Se trata de una nueva metodología en el transporte de drogas hacia lugares concretos del organismo, donde se espera que ejerzan su efectividad específica, concretamente se ha pretendido con esta metodología llevar sustancias citostáticas y antitumorales hacia áreas metastásicas su tratamiento *in situ* específico, como han realizado algunos autores, con carácter experimental en el tratamiento de metástasis tumorales pulmonares, con adriamicina⁴⁸. El interés de este trabajo se basa principalmente, y por ello lo citamos aquí, es el hecho de que los productos citostáticos habían sido fijados a microesferas de albúmina marcada magnéticamente y por este procedimiento trasladada por el torrente circulatorio hacia las zonas metastásicas tumorales,

sobre las cuales se había colocado un potente imán permanente. Este trabajo de investigación está basado a su vez en otros trabajos experimentales⁴⁷ que han desarrollado la técnica de las citadas microesferas de albúmina magnetizada. Las cuales disueltas en suero fueron inyectadas intravenosamente y trasladadas a voluntad por el organismo mediante imanes permanentes colocados en el exterior, llegando localmente a alcanzar una elevada concentración de las mismas a voluntad a distintos órganos, potencialmente aceptados por un tumor cuando se dejaba de aplicar el imán exterior, las microesferas se concentraban preferentemente en el hígado. Los autores concluyen que puede ser un muy efectivo sistema portador de drogas o agentes quimioterápicos para el tratamiento local de tumores malignos.⁴⁷

Continuando con el estudio de los magnetóforos, veremos en primer lugar cómo a partir de los primeros empleados, que se hacían de acero, ya que el hierro aunque puede imantarse fácilmente, con la misma facilidad pierde también el magnetismo. Por el contrario el acero para ser imantado necesita una más intensa y prolongada exposición a campos electromagnéticos, pero una vez que se ha magnetizado, conserva más y durante más tiempo su característica de imán permanente. Esta diferencia de comportamiento está en relación con la disposición estructural de las moléculas (fuerza coercitiva) y sobre este campo es donde más se han desarrollado las investigaciones para la fabricación de magnetóforos cada vez más potentes y con un tiempo de actividad cada vez más largo.

Se han ido investigando distintos tipos de aleaciones de acero que incrementarán esta fuerza coercitiva molecular. Clásicamente

la aleación de acero-niquel tienen unas características muy apropiadas en este sentido pues se imanta intensamente, hasta 500 gauss y durante un período de tiempo prolongado con un ciclo de histéresis estrecho y alargado y con una curva decaída en la intensidad magnética prolongada. Esto ha hecho que hasta muy recientemente se hayan fabricado con esta aleación casi todos los magnetóforos utilizados en la clínica, pues además añade el hecho de que al ser una aleación inoxidable, representa una ventaja por su escasa interacción sobre la piel evitando fenómenos reactivos en ésta.

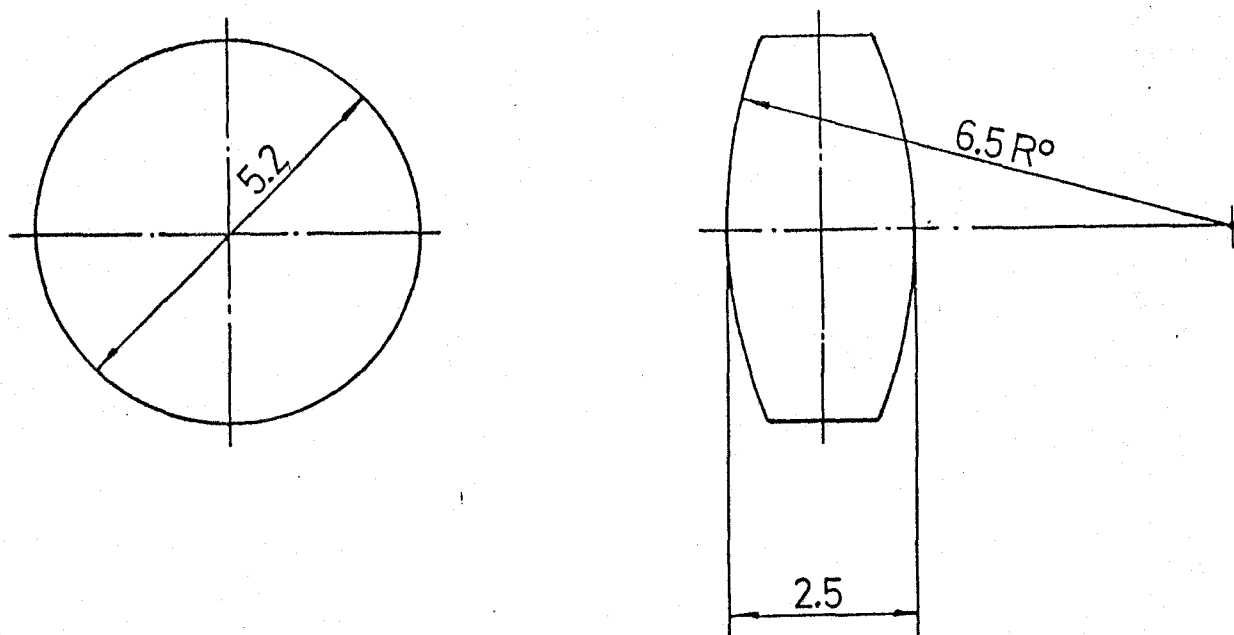


Fig. 6

Otro sistema de mejora en la efectividad de los magnetóforos ha sido el estudio de los tamaños y formas de los mismos.

El incremento del tamaño representa una posibilidad de ampliar la potencia de carga magnética que podría almacenar el magnetóforo, pero este incremento de tamaño representaba el grave inconveniente de por un lado la pérdida de puntualidad del efecto magnético, pues al aumentar la superficie del imán en contacto con la piel, el efecto magnético se repartía sobre áreas cutáneas más extensas y se cubrían zonas donde no era necesaria la terapia magnética y por otra parte las líneas de fuerza se separaban entre sí y se perdía eficacia terapéutica. Por ello muy pronto se detuvo la investigación en este sentido concluyéndose que existían unos valores máximos para el diámetro del magnetóforo, por encima del cual no se debían utilizar estos. Este límite se ha establecido en un diámetro máximo de unos cinco milímetros³⁶. Y así vemos como es muy poco frecuente encontrar magnetóforos con tamaños superiores a los citados.

Detenido el proceso por este inconveniente, otras vías alternativas han seguido los equipos de guioingeniería en la investigación de los magnetóforos en estos últimos años. Este nuevo camino ha sido orientado hacia el diseño de las formas de los magnetóforos. La mayor parte de los equipos actuales presentan una forma cilíndrica con ambas bases convexas, forma que ha resultado ser la más funcional terapéuticamente, pues con ella se pueden focalizar mejor las líneas de fuerza de los campos magnéticos, permitiendo unas dosis máximas de magnetoterapia localizadas en áreas muy pequeñas, por concentración de las citadas líneas de fuerza por unidad de superficie, por lo que se obtienen los máximos efectos terapéuticos útiles, evitándose la dispersión energética, la dispersión de campos, como técnicamente se llaman a estos fenómenos en Física y al fenómeno de dispersión de zona, que

indica la existencia de líneas de fuerza cerradas sobre sí mismas, en dirección Norte-Sur y que no ejercerían ninguna efectividad terapéutica, tal como en teoría ocurre en los bordes del magnetóforo, donde la actividad terapéutica es prácticamente nula.

Otro hecho que debe valorarse es cuando se aplican magnetóforos en campos multifocales, es decir, varios magnetóforos aplicados sobre la piel cercanos entre sí. Habrá que tener en estos casos la precaución de mantener entre ellos una distancia mínima de seguridad, la cual dependerá de la intensidad de carga magnética y del tamaño del magnetóforo, para evitar la interferencia de campo, así como el desplazamiento de las líneas de fuerza terapéuticamente útiles, hacia magnetóforos cercanos, con la pérdida de eficacia, que produce la disminución de la densidad de líneas magnéticas por unidad de superficie.

Hay otros autores³⁶, que se han ocupado en los últimos años de este tema de investigación, y que sobre la forma anteriormente descrita han añadido un núcleo o abultamiento central en la parte media de cara a cara del disco. Esta modificación tiende aún más a concentrar las líneas de fuerza en un área más pequeña de la superficie cutánea, con el consiguiente beneficio terapéutico. Paralelamente esta variante produce un debilitamiento del campo magnético en la periferia del disco, donde realmente comienza a ser menos necesaria la aplicación de energía magnética. Estos conceptos son los que en la Literatura Francesa particularmente están preocupando a los investigadores actuales ocupados de la denominada técnicamente focalización del campo magnético.

Otra de las características importantes sobre las que se ha estudiado en el diseño y fabricación de los magnetóforos, igualmente orientado hacia la máxima eficacia terapéutica, es el flujo magnético que produce el imán.

En el estado actual parece ser que 500 gauss es la potencia media eficaz para una acción terapéutica suficientemente rápida. Estas líneas de fuerza se desplazan de un polo a otro, saliendo por el polo Norte y entrando por el polo Sur (Figura 7) con tendencia a cerrarse entre sí. A medida que nos vamos acercando a los polos, las líneas que salen teóricamente del mismo polo magnético tenderán a cerrarse en el infinito, allí donde el campo magnético es más intenso, estas líneas se presentan más cercanas entre sí, más densas, induciéndonos a considerar que esa densidad es la medida del campo magnético, en líneas de fuerza por cm^2 y de allí es de donde se ha obtenido la unidad que mide este concepto, el gauss, en honor del físico y matemático alemán.

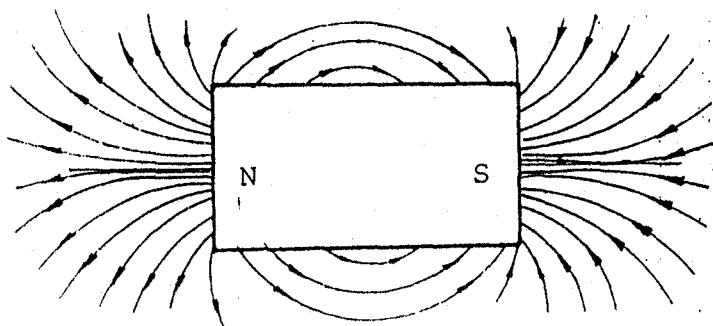


Fig. 7

La manera práctica de ver gráficamente la morfología de las líneas de fuerza, es decir, el espectro magnético de un magnetóforo pueden hacerse evidentes espolvoreando sobre una hoja de papel micropartículas de resinas ferromagnéticas. Si colocamos bajo este papel el magnetóforo orientado con el eje Norte-Sur paralelo al plano del papel, podemos ver como las partículas ferromagnéticas se desplazan agrupándose en las direcciones de las virtuales líneas de fuerza del campo magnético.

Otra de las características en la que coinciden casi todos los autores en sus publicaciones^{36,37} como tal vez la más importante actualmente en la magnetoterapia puntual considerándose como la fundamental de la magnetoterapia³⁶ es la polaridad del magnetóforo y la aplicación terapéutica de las caras Norte y Sur del mismo insistiendo en el empleo de la unipolaridad.

La aguja Norte de la brújula señala hacia una masa magnética Sur que se encuentra en el polo paradójicamente llamado Norte. Una brújula delante de un imán indica con la aguja Norte la cara Sur del imán.

Analizando individualmente los efectos de las aplicaciones de las distintas caras del imán en función de sus efectos terapéuticos se ha podido comprobar que el polo Norte de un magnetóforo produciendo un efecto descontracturante muscular cuando es aplicado en el músculo o mejor aún en la unión ligamento-muscular y áreas tendinosas. Aplicado sobre la musculatura lisa se ha comprobado que tiene un efecto miorelajante⁴⁹.

El polo Sur sin embargo presenta un efecto ligeramente contracturante³⁶, y a la vez antiálgico y antiinflamatorio.

Además de la investigación en el diseño de la morfología del magnetóforo en los últimos tiempos, se ha vuelto a reconsiderar el estudio de las aleaciones de acero en búsqueda de algunas que a igualdad de volumen sean capaces de almacenar una mayor carga magnética. Son muy pocas las aleaciones metálicas que no se han estudiado ya en este sentido, no sólo orientadas hacia los magnetóforos sino hacia aplicaciones industriales de materiales magnéticos, pero es grande el camino aun abierto en este sentido, pues se ha comprobado que incluso a nivel de elementos traza (de millonésima por parte) se producen modificaciones en la capacidad de aumentar la carga magnética de un acero desde el empleo de los aceros al vanadio o molibdeno, hay un largo camino en la investigación metalúrgica que nos ha llevado a importantes logros como el reciente cobalto-samario⁵⁰ con el cual se han conseguido fabricar magnetóforos de 1.500-2.500 gauss y con curvas de pérdida o caída en el dintel de intensidad magnética muy lentas o de largas duraciones de efectividad³⁷.

2 - 5

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA MAGNETOTERAPIA PUNTUAL.-INDICACIONES DE LA MAGNETOTERAPIA PUNTUAL.-

Una vez que hemos estudiado a nivel general, dentro de este mismo capítulo los efectos que sobre la célula, sistemas y aparatos y en general sobre el organismo, a nivel de reacciones y respuestas sistematizadas. Y después de haber analizado los efectos en concreto de la magnetoterapia sobre patologías de distintos tipos, con carácter general, en esta ocasión vamos a centrarnos en el estudio concreto de las indicaciones específicas que la magnetoterapia puntual tiene dentro de la patología como arma terapéutica a emplear.

También es este el lugar de comentar los escasos efectos secundarios y las mínimas contraindicaciones, aunque existentes, presentan este tipo de terapéutica física. En orden a una sistematización, iremos estudiando separadamente los campos de acción y las indicaciones de la magnetoterapia independientemente sobre distintos aparatos y sistemas para finalmente analizar los efectos de carácter general, base del tratamiento de las enfermedades sistémicas o pluriviscerales.

2-5-1. Aparato Respiratorio.-

Entre la patología respiratoria, ha sido sobre el asma bronquial en cuya génesis inciden diversos factores funcionales y orgánicos, desencadenantes de espasmos en la musculatura lisa de los bronquiolos susceptibles de ser mejorada con esta terapia, con buenos resultados, no solamente subjetivos sino objetivamente demostrados con parámetros de función respiratoria, espirometría y curvas de flujo-volumen, a la

vez que mejora la redistribución vascular por el mismo efecto vasodilatador que la magnetoterapia tiene, favoreciendo el cociente ventilación/perfusión.

La mejoría que por una parte hemos citado ya de la ventilación y por otra de la perfusión, induce ya incluso teóricamente a una mejoría clínica importante y comprensible fisiopatológicamente, debido a que por una parte aumenta la ventilación alveolar, con incremento a la presión alveolar de oxígeno y por otra parte, al otro lado de la barrera alveolar, estamos incrementando el número de vasos disponibles para el trasiego de gases y ofreciendo un mecanismo fisiológico para la eliminación del exceso de anhídrido carbónico, presente en la sangre, como ha demostrado en los estudios realizados por Molotkov y Kzhko⁵¹ sobre pacientes afectos de patología obstructiva bronquial y asma bronquial con estudios de curvas flujo-volumen y otros índices de función respiratoria comparativos al tiempo que dichos pacientes eran tratados con magnetoterapia puntual con magnetóforos.

Otros factores sobre los que la magnetoterapia puntual produce beneficio en este tipo de enfermedades respiratorias, es actuando sobre el sistema nervioso vegetativo y central, disminuyendo el espasmo favoreciendo la actividad respiratoria. Estos tratamientos son susceptibles de emplearse, no solamente durante el brote agudo, como tratamiento de fondo durante períodos continuos de 6-8 semanas de la enfermedad asmática e incluso sirviendo como método de desensibilización, cuando la etiología del proceso es de tipo alérgico y objetivamente se ha comprobado cómo disminuye la fase aguda y produce un distanciamiento entre las mismas. Estos estudios demostrativos de la eficacia en el tratamiento antialérgico, no solamente en patología bronquial sino general, han sido realizados en Estados Unidos por Kenyon⁵². También el impor-

tante campo de las bronconeumopatías crónicas, ha sido estudiado en su aspecto terapéutico por este tipo de magnetoterapia, habiéndose demostrado un distanciamiento manifiesto en la aparición de brotes de agudización, comprobando que dicha mejoría, además de por los mecanismos antes descritos, se produce por un efecto de reactividad inmunológica inducida por la magnetoterapia puntual⁵³ en amplios estudios de seguimiento de grandes series de pacientes afectos de bronconeumopatías crónicas y de asma bronquial en tratamientos comparativos y combinados con medicaciones patogénicas en la evolución de la enfermedad, estudiándose durante todo el tiempo parámetros de función respiratoria y del sistema cardiovascular, y a la vez analizando las respuestas inmunológicas inducidas, demostrando que la magnetoterapia con magnetóforos, es una afectiva forma de tratamiento de la obstrucción bronquial, comprobada clínicamente y a través de parámetros funcionales utilizados a la vez que comprobaron un efecto beneficioso en diferentes procesos inmunológicos. También se han comprobado en estos trabajos, efectos de carácter sistomático, no por ello menos importante, como anti-tusígenos, analgésicos y antipirético.

Se ha demostrado en tratamientos combinados de magnetoterapia puntual con magnetóforos y medicaciones específicas, como se produce una potenciación de estos últimos oir el empleo sincrónico de la terapia física citada, manteniéndose para todas estas patologías durante un tiempo estos imanes, de al menos 4 semanas.

En cualquier caso, además de los efectos fisiopatológicos citados, el magnetismo, sobre vías respiratorias superiores favorece la secreción de mucosidades y la expectoración.

También existe y también claramente demostrado un efecto analgésico paralelo, inducido por la magnetoterapia del máximo interés en el tratamiento de enfermos portadores de patología respiratoria, no sólo en la resolución de procesos clínicamente relacionados con la patología pulmonar o extrapulmonar, como las pleurodinias, sino en otros procesos dolorosos extrarespiratorios pero que inciden sobre pacientes con grave afectación de la función respiratoria, en los que como sabemos, existe una seria limitación en el empleo de analgésicos y sedantes, por el efecto depresor del centro respiratorio que estos producen. Esta sería una muy importante indicación de la magnetoforoterapia, que ofrece una técnica de analgesia limpia, sin afectación sobre el centro respiratorio, tan importante en pacientes afectados de patología de fondo de tipo respiratorio, aplicando los magnetóforos en períodos cortos de tiempo.

No todas las modificaciones son de tipo sintomático. Actualmente, se están realizando estudios anatomofuncionales en pacientes sometidos a tratamientos magnetoterápicos a largo plazo, en patología pulmonar crónica evidenciando la utilidad de estos. De entre estos estudios, destacamos los realizados por Stasiuk en la Unión Soviética⁵⁴ en los cuales estudia los cambios morfológicos que ocurren en la barrera alveolo-capilar, en pacientes con tuberculosis pulmonar, tratados con magnetóforos a largo plazo, estudiando el incremento de aporte de oxígeno al capilar pulmonar, al evidenciarse mejoras ultraestructurales en la barrera alveolo-capilar, demostradas con microscopía electrónica en animales de experimentación.

2-5-2. Aparato circulatorio.-

Una de las primeras evidencias clínicas que la magnetoterapia puntual puso de manifiesto, fue su efecto sobre el aparato cardiovascular en el sentido de que se producían modificaciones en la frecuencia cardíaca por el efecto que sobre el sistema parasimpático ejercían las ondas magnéticas y que repercutía modificando el ritmo cardíaco a través de su efecto sobre el nódulo sinusal. Por otra parte, siendo el aparato cardiocirculatorio fácil asiento de frecuentes patologías psicosomáticas, pronto se pensó en emplear este nuevo método terapéutico para el tratamiento de las mismas, dado que electrográficamente era muy fácil evidenciar los cambios acaecidos.

Tengamos en cuenta la directa y potente inervación que el corazón tiene a través del neumogástrico y el habito parasimpaticotónico que tan frecuentemente existe en numerosas personas, especialmente en niños y jóvenes, lo que presenta un terreno abonado para que la distonía neurovegetativa afecte a este órgano con un sinnúmero de síntomas, particularmente generando disritmias. El mundo de las arritmias y particularmente las extrasistoles supraventriculares y nodales, representan un elevado tanto por ciento de los paciente que acuden a los servicios de cardiología para su estudio.

Salvo en casos especiales por afectación de origen isquémico, o por patologías muy concretas, en la mayor parte de los casos, encontramos en el campo de la patología funcional directamente relacionada con la distonía neurovegetativa, todas ellas susceptibles de ser tratadas con éxito mediante la terapéutica magnética que estamos estudiando, aplicada durante una o dos semanas, sobre este capítulo, existe una gran experiencia⁵⁵ por parte de todos los clínicos que la utilizan. Es

grupo de indicaciones, abarca las ya citadas extrasístoles auriculares y nodales, así como las bradicardias y taquicardias sinusales dependientes de la tonicidad del neumogástrico y que se resuelven mediante la palicación de magnetóforos con efecto sedante sobre el sistema parasimpático y su efecto es a muy corto plazo.

Es fácil que desde la banalidad del cuadro clínico, el médico, pueda verse tentado a aplicar directamente la terapia al hacer la historia clínica y la exploración física, lo cual representa una importante incorrección, dado que para llegar a un diagnóstico correcto de estos síndromes banales, es absolutamente indispensable el realizar un estudio electrocardiográfico convencional, y cuando hiciese falta, un análisis electrocardiográfico continuo de tipo Holter, o monitorización electrocardiográfica ambulatoria, durante 24 horas registrado sobre cinta magnética en orden a llegar a un diagnóstico de certeza, para evitar el emplear esta técnica ante patología miocárdica lesional de carácter isquémico principalmente, en la cual existen otras terapias mucho más efectivas que deben utilizarse prioritariamente.

En estos casos de miocardiopatía isquémica, es muy frecuente que ante la disminución en la perfusión coronaria de oxígeno, áreas miocárdicas sometidas a una situación de hipoxia, se conviertan en focos irritativos generadores de extrasístoles ventriculares que únicamente son indiferenciables de las funciones anteriormente citadas, se hace preciso pues para su diagnóstico, la evidencia del trazado electrocardiográfico.

Igualmente, en el capítulo de las bradicardias de origen isquémico o con bloqueos aurículo-ventriculares, entidades en las cuales

hay que instaurar una terapéutica química específica e incluso llegar a la implantación de un marcapasos. Estas situaciones que implican un gran riesgo para el paciente, es anacrónico que puedan ocurrir en nuestros días, siendo tan fácil de evitar mediante la realización de un electrocardiograma.

También, ante enfermos afectados de patología cardiológica, es prudente realizar un electrocardiograma previo, aún en ausencia de sintomatología clínica actual para evidenciar si este enfermo es portador de un marcapasos interno, dado que esta eventualidad representa una contraindicación absoluta de la aplicación de la magnetoterapia, pues como sabemos, se producen interferencias entre ambos equipos como estudiaremos más adelante⁵⁵.

Otro de los campos en el cual la magnetoterapia es susceptible de ser empleada con éxito, y que en los últimos años ha sido motivo de trabajo de numerosos investigadores⁵⁶, por su elevada incidencia, es la hipertensión arterial.

Para el tratamiento de esta enfermedad, previo el lógico estudio de su etiología, y analizadas las complicaciones cardio-vasculares, renales y cerebrales, se ha empleado indistintamente, y con buenos resultados, la magnetoterapia general mediante aparatos, así como la magnetoterapia puntual^{56,57}. En el primer aspecto han demostrado se las ondas decimétricas las más eficaces y que se hacen equiparables a los efectos del magnetóforo según comenta en su trabajo el primero de estos dos autores citados.

También ha sido empleada la magnetoterapia como tratamiento

asociado a medicaciones específicas hipotensoras, como betabloqueantes y diuréticos. Más recientemente en este capítulo de terapias combinadas se ha asociado el empleo de los magnetóforos a un tratamiento de oxigenoterapia continua para el control de la hipertensión arterial no complicada, resultando muy efectiva dicha asociación terapéutica según resalta Luurinets y Zotova en sus publicaciones⁵⁷.

También la cardiopatía isquémica y en general la arteriosclerosis, han sido motivo de estudio a la hora de aplicar esta terapia física sobre pacientes en los que se han realizado estudios clínicos, aunque su aplicación aún no se ha difundido y en este sentido debemos citar los trabajos acerca de los niveles plasmáticos de cortisol y aldosterona en pacientes con patología miocárdica isquémica sometidos a tratamientos magnetoterápicos durante 6-8 semanas⁵⁸.

Otro capítulo importante también, en el que se ha utilizado la magnetoterapia puntual como base del tratamiento es la patología circulatoria periférica y en la cual se incluyen diversos cuadros clínicos, que van desde la enfermedad y síndrome de Raynaud, la acrocianosis, frialdad de miembros inferiores, además angioneuróticos, patología venosa distal por insuficiencia de retorno venoso y las insuficiencias de las válvulas venosas, la hipotonicidad venosa cuyo conjunto incluye el concepto general del síndrome varicoso.

Todas estas entidades pueden ser tratadas con éxito por magnetoforoterapia en un período de tiempo no superior a las seis semanas, por sus efectos vasorreguladores periféricos, así como el efecto antiinflamatorio del magnetóforo que estamos particularmente tratando en este trabajo, y que se ha empleado sincrónicamente con medicaciones

específicas para el tratamiento de tromboflebitis en miembros inferiores, por Romashov⁵⁹. Este autor, con su grupo de colaboradores de la Universidad de Moscú, se ha dedicado particularmente al estudio de esta patología periférica desde hace casi 4 años y presenta en sus trabajos un amplio panorama de su experimentación clínica en este campo en el que ha repasado por grupos la patología obliterante arteriopática de tipo arteriosclerótica de las extremidades inferiores y las arteriopatías diabéticas, el síndrome de Raynaud, y el fenómeno de Raynaud en artrosis cervical y finalmente en patología venosa periférica y úlceras varicosas, en las que refiere haber obtenido muy buenos resultados con el uso de magnetóforos corroborado por otros autores⁶⁰.

2-5-3. Aparato digestivo.-

El aparato digestivo en general, es fácil asiento de las enfermedades psicosomáticas y funcionales sobre las cuales ya hemos comentado que la magnetoterapia puntual puede aportar soluciones terapéuticas eficaces y en corto espacio de tiempo en tres o cuatro semanas.

El capítulo que estudia dichas patologías psicosomáticas a nivel digestivo es muy extenso y abarca, desde el *ulcus péptico* y duodenal, diversos tipos de gastritis, colitis y enterocolitis, aerofagias, disquinesias por hipo o hiperaquillas e hiperperistaltismo a cualquier nivel, colon irritable y el cuadro general de diarrea-estreñimiento a los que añadiría un largo etc. de síndromes en los que no vamos a detenernos. Todos ellos tienen en común, presentar un fondo funcional y una psicoddependencia que les permiten encasillar en el grupo de enfermedades psicosomáticas de más fácil demostración enraizadas con el stress, la angustia, etc.

En todas ellas se ha empleado la magnetoterapia puntual, por sus efectos sedantes, miorrelajantes y antiperistáltico, además del efecto controlador del simpático-parasimpático, y en todos ellos se obtiene un elevado número de éxitos terapéuticos, cuando se aplican los magnetóforos en áreas periumbilicales. Muchas de estas curaciones son de carácter definitivo⁶¹.

También, aislada o asociada a medicaciones específicas, se ha empleado la magnetoterapia en el control de las disquinesias biliares, con períodos de tiempo de aplicación que oscilan 6-8 semanas, con lo que en todos los casos, si no la curación del síndrome igual que las enfermedades antes citadas, se obtiene una mejoría evidente de la sintomatología clínica en todos los casos, con alivio del dolor, náuseas y vómitos, o como medicación sintomática en el peor de los casos.

En todos los casos de estas patologías digestivas, es importante, como nos dice Kernadiel³⁶, el mantener el magnetóforo colocado durante los plazos de tiempo necesarios, pues de otro modo, los efectos de la misma, dado que son acumulativos, pueden resultar nulos.

Según este mismo autor, en estas patologías, el control terapéutico está en relación con el restablecimiento del equilibrio nervioso vegetativo a nivel de corteza cerebral y diencefalo, previamente alterado por los estados de tensión y stress a los que nos referíamos.

Muchas veces, la patología digestiva, precisa el empleo terapéutico de la cirugía, única solución a ciertos problemas clínicos, como ocurre en el tratamiento de la hipertensión portal, en la que, sobre

animales de experimentación, generada por la obliteración de las colaterales gastroesofágicas, se le ha empleado la magnetoforoterapia aplicada mediante sonda esofágica, como medio de controlar el proceso hipertensivo, tal como ha publicado Esteinhart en sus trabajos⁶².

Otro interesante estudio, también orientado a corregir y controlar su peristaltismo en orden a una mayor tolerancia social de su problema y en este trabajo, Baumel y Deixonne⁶³, presenta unos muy prometedores resultados en este tipo de pacientes.

2-5-4. Patología del sistema nervioso.-

También estos casos son susceptibles de tratamiento magnetotérapico con resultados favorables en un terreno poco conocido de la patología médica y en el cual, con las terapéuticas convencionales, no se ha conseguido paliar del todo la sintomatología del paciente, y son medicaciones por otra parte con muchos efectos secundarios indeseables que van desde la habituación y despersonalización del paciente, hasta efectos viscerotóxicos frecuentes.

Alternativamente a estas medicaciones, la terapéutica que propugnamos, presenta buenos resultados terapéuticos y está exenta totalmente de efectos secundarios indeseables⁶¹.

El sistema nervioso es víctima de constantes agresiones por muy diversos agentes y tiene una serie de respuestas estereotipadas y claramente indentificadas dentro de la sintomatología psiquiátrica, tanto dependientes de síntomas del sistema nervioso central, como de vegetativo. Desde el insomnio, la agitación psico-física desordenada,

la intranquilidad, las palpitaciones, la inseguridad, hasta alternancias de períodos depresivos con tristeza endógena inmotivada con fases eufóricas y desde las situaciones continuadas de stress y sus respuestas psicométricas, hasta lo que podríamos llamar la gran patología psiquiátrica dependiente de lesiones orgánicamente demostradas, forman un amplio conjunto de síntomas y signos, que deben interpretarse correctamente en la consulta, valorando los de contenido puramente psiquiátrico y los psicorgánicos para establecer el correcto diagnóstico.

Un grupo que podemos considerar aparte, desde la gran frecuencia con que se presenta, lo constituyen las secuelas de la arteriosclerosis generalizada con particular afectación de la circulación cerebral de carácter terminal y que conducen a un cuadro de pérdida progresiva de las facultades psíquicas y que conducen con el tiempo a una total demenciación senil, acompañada de un cuadro sintomatológico muy difuso, extenso y frecuente, pero que no entraremos a detallar aquí por escapar de la finalidad de este trabajo.

Debido a la gran diversidad de cuadros clínicos descritos y en función de que muchos de estos enfermos son orientados directamente hacia los servicios de psiquiatría, no han sido en general empleadas las técnicas magnetoforoterápicas en ellos, hasta muy recientemente, en que a nivel hospitalario han comenzado a emplearse en la Unión Soviética con éxito, como lo demuestran varios trabajos que recientemente se han publicado en este sentido por el grupo Ehitnukhin y Zatyaykin de la Universidad de Leningrado^{64,65}.

En nuestro medio, y de una manera clásica, se han empleado los magnetóforos casi exclusivamente en la patología psicósomática, como

comentamos anteriormente y con excelentes resultados, especialmente en el capítulo de las cefaleas, jaquecas, migrañas y neuralgias, en las cuales los efectos de la magnetoterapia puntual, aún en casos muy rebeldes es extraordinariamente eficaz y con efectos casi inmediatos⁶¹. En general los efectos analgésicos de esta técnica en este tipo de dolencias, son equiparables a los más potentes analgésicos tipo metadona, pentazocina y mórficos, aunque exentos de los inconvenientes clásicos de estos productos.

Continuaremos estudiando las afecciones periféricas del sistema nervioso, sobre la que existe amplia bibliografía, dentro del grupo de las enfermedades de aparato locomotor. Los citados autores de la Escuela de Leningrado han realizado estudios sobre encefalomielitis experimentales en cobayas y en cerdos de Guinea, utilizando magnetóforos con buenos resultados y también interesantes trabajos en la prevención de las encefalopatías alérgicas en estos animales^{64,65}.

Otro aspecto de patología psiquiátrica en la que se ha empleado la terapéutica puntual que empleamos y con buenos resultados, ha sido en las depresiones endógenas puras, así como en las fases depresivas de los cuadros ciclotímicos de tipo maniaco-depresivo, así como en las depresiones secundarias al stress o tensión emocional mantenida. En estos casos se ha ejercido el efecto sobre el plexo solar durante períodos de tiempo que nunca debenser inferiores a cuatro semanas.⁶¹

Otra de las patologías de muy frecuente presentación en los servicios de neurología y psiquiatría, es el de la enfermedad epiléptica, sobre la cual no se ha iniciado el tratamiento con magnetóforos

hasta muy recientemente, siendo las primeras publicaciones en este sentido del año 1.985 y realizadas con carácter experimental y en la clínica, por autores soviéticos como Tyvin⁶⁶, el cual presenta los resultados de sus estudios con éxito, tanto en la epilepsia focal experimental, en el conejo como en la clínica en epilepsias sintomáticas secundarias a otras patologías.

También dentro del campo de la psiquiatría, debemos citar el amplio campo de la patología secundaria a las toxicomanías, que representan un cajón de sastre donde se está intentando todo tipo de terapias. Recientemente se han utilizado las técnicas magnetoterápicas de tipo general y puntual, como parte del tratamiento de deshabituación de diversos tipos de drogas, en varias clínicas especializadas, particularmente en los Estados Unidos, aunque todavía no existan publicaciones específicas en este sentido.

Un aspecto en que también ha conseguido éxitos la magnetoterapia puntual que estamos estudiando, siempre contando con la voluntad del paciente, ha sido en la deshabituación de la bebida en pacientes alcohólicos. Siempre que esta técnica se realice en pacientes ingresados en centros especializados y en tratamientos posteriores en el domicilio del paciente o tratamientos ambulatorios dirigidos durante un mínimo de tres meses.

Un aspecto, probablemente más sencillo en el que, sin que existan estadísticas ni publicaciones aún al respecto, hoy, parece ser el tratamiento de elección para la desintoxicación nicotínica, en el cual se pueden conseguir éxitos terapéuticos ostensibles, utilizando magnetóforos durante períodos de tiempo mínimos de 2-3 semanas.

2-5-5. Patología alérgica.-

Como ya apuntábamos en el apartado de patología respiratoria, refiriéndonos al asma alérgica, no sólo en este caso concreto, sino en las distintas manifestaciones de este proceso consecuentes a diferentes tipos de alergenios, con muy diversos tipos de respuestas generales y locales que imbrican a tantos eslabones de la cadena inmunológica y que no citaremos aquí en orden a la simplificación, se ha empleado la técnica puntual de magnetoterapia, con éxitos terapéuticos muy superiores a los obtenidos por acupuntura, auriculoterapia y laserterapia, hemos comprobado en grandes series de pacientes y durante períodos largos de tiempo por Kenyon⁵² en Estados Unidos, en los cuales, aparte de los estudios clínicos citados, ha realizado largas series de trabajos experimentales frente a muchos tipos de alergenios, demostrando el éxito de este método mediante imanes polarizados sobre diversas áreas específicas durante un período de tiempo que oscila entre 2-3 semanas.

En publicaciones más recientes de este autor, presenta estudios realizados a doble ciego entre este método y la técnica convencionalmente empleada en alergología de desensibilización con diluciones de alergenios, demostrando una gran efectividad y dejando abierto este campo de investigación para ulteriores estudios.

2-5-6. Patología genito-urinaria.-

Como en casos anteriores, iniciamos este capítulo comentando la aplicación de esta terapia física a los clásicos problemas de tipo funcional que tan frecuentemente se presentan en las consultas clínicas de tipo general y muy en particular afectando al sexo femenino.

Nos referimos a cuadros clínicos relacionados con la ovulación y secundario a ella. Tal es el caso de las dismenorreas, en las que se han demostrado beneficios indudables al aplicar correctamente este modo durante pocos días, en áreas correspondientes a ovarios, dado el efecto antiespasmódico, miorrelajante, analgésico y antiinflamatorio que presenta el método. Nos referimos a cuatro clínicos relacionados con la ovulación y secundario a ella. Tal es el caso de las dismenorreas, en las que se han demostrado beneficios indudables al aplicar correctamente este método durante pocos días, en áreas correspondientes a ovarios, dado el efecto antiespasmódico, miorrelajante, analgésico y antiinflamatorio que presenta el método. También, dentro de la ginecología, la menopausia representa la base de un importante cortejo plurisintomático en la mujer y que en muchos casos se encuentra gravado por un componente psíquico significativo relacionado con la pérdida de la capacidad de procreación y de modificaciones en los caracteres sexuales secundarios, conceptos y cambios ante los cuales la mujer es particularmente sensible y muestra resistencia a admitir estos hechos, además se acrecientan debido a la aparición de síntomas psíquicos que cierran el círculo vicioso.

En este campo la magnetoterapia puntual ha recibido una de las más importantes confirmaciones como método a emplear, muy por encima de las terapias hormonales⁶⁷ cuyo empleo tiende a declinar, sustituido por terapéuticas de carácter no endocrinológico. Esta doctora soviética del Departamento de Ginecología de la Universidad de Moscú, refiere los éxitos obtenidos durante períodos prolongados de tiempo aplicando imanes polarizados como tratamiento de este problema y particularmente destaca la mejor adaptación social de

la mujer postmenopausica liberada de los complejos anteriormente citados y permitiendo una mejor adaptación al cambio, particularmente ha estudiado estos efectos en su aspecto sociolaboral, evitando las imbricaciones laborales que pudieran aparecer en éstas. Otros autores igualmente soviéticos, en recientes publicaciones, también confirman los resultados anteriores, empleando en esta ocasión magnetoterapia de tipo general debil⁴¹.

En otras muchas patologías genito-urinarias, se ha estudiado esta técnica como terapia de apoyo a la medicación específica, habiéndose comprobado un efecto potenciador de la misma, aliviando siempre sintomáticamente y dando tiempo para que tramientos con mecanismos de acción fisiopatológicos y etiológicos adecuados actuaran. En todo caso, se ha puesto de manifiesto un aumento del flujo sanguíneo local en las áreas afectadas con un claro efecto antiespasmódico y miorrelajante de la musculatura lisa que frecuentemente es el punto de origen de la sintomatología que presentan estos pacientes, y al cual hemos de citar el clásico efecto antiinflamatorio y analgésico, al que nos hemos referido ya en el capítulo anterior.

Un campo de reciente investigación ha sido el de la frigidez femenina, en la que se han obtenido excelentes resultados por parte de las doctoras Sokolava, Stafeva y colaboradores⁶⁷ que tanto han investigado en este campo y que en ausencia de lesiones orgánicas específicas valoran principalmente la existencia de distintos tipos de pacientes con una especial personalidad de gran labilidad emocional en las que suele existir un desequilibrio neurovegetativo, que al restablecerse, resuelve el problema. Especial interés ha tenido este grupo de científicos en la incidencia de este fenómeno

en las mujeres postmenopáusicas, sobre las que han desarrollado un complejo y prolongado estudio. También este grupo soviético ha sido de los primeros que han llamado la atención sobre la conveniencia de no aplicar magnetismo como método terapéutico en mujeres embarazadas, en orden de evitar la aparición de complicaciones indeseables por la aplicación de esta terapia aún poco conocida sobre fases prococes de la embriogénesis, y que aunque no se tiene experiencia aún en la génesis de las malformaciones congénitas en el feto, hacen desaconsejable por sistema el empleo de esta técnica durante el embarazo, lo que representa una contraindicación o medida de prudencia que comentaremos más adelante.

2-5-7. Aparato Locomotor.-

Tal vez sea este el campo de la patología en que con más frecuencia e históricamente antes que en ningún otro se haya empleado la magnetoterapia puntual como tratamiento de fondo. Una de las causas es la alta incidencia de este tipo de problemas ortopédico-traumatológico en las consultas clínicas hasta el punto que la patología reumática por sí misma se ha segregado de esta especialidad para dar lugar a una especialidad que se ocupe específicamente de ella; la reumatología, que a pesar de su reciente incorporación, ya ve desbordadas sus consultas por el enorme caudal de pacientes. En parte por la eficacia terapéutica que la magnetoterapia pueda ofrecer, así como por el muy tolerable binomio coste-eficacia que la magnetoterapia puntual representa, se han abierto cauces al tratamiento de estos procesos, alternativo al empleo de los antiinflamatorios químicos convencionales, que tantos problemas de tipo secundario presentan desde el grado de ulcerogénesis hasta los efectos viscerotóxi-

cos comprobados, y estos sin considerar el empleo de medicamentos esteroideos cuyo empleo tiende afortunadamente a disminuir en la actualidad. Con todo ello, estos fármacos analgésicos-antiinflamatorio no son prácticamente más que medicaciones de carácter sintomático y que en determinados pacientes causan más problemas que beneficios sin contar con el elevado costo que el empleo continuado de tales fármacos representa sobre la sociedad y el paciente.

Todos estos condicionamientos han hecho que la propia O.M.S. recomienda en este tipo de pacientes la búsqueda de métodos terapéuticos alternativos y entre los cuales y junto a medidas higiénico-dietéticas, recomienda la magnetoterapia y las medidas rehabilitadoras, en función de la ausencia de efectos secundarios y por el alto grado de eficacia antiinflamatoria y analgésica que la terapia física que estudiamos representa. Además hemos de añadir al efecto analgésico y antiinflamatorio, el control de la contractura muscular que sistemáticamente acompaña a estos cuadros clínicos y el efecto miorrelajante del magnetismo que hace paliar perfectamente, a la vez que añade una sedación. Si consideramos las anteriores acciones sinérgicamente actuando y asociada a la carencia de efectos secundarios, y con el favorable resultado del binomio costo-eficacia ya citado, podemos entender por qué esta terapia física llamada a ser como uno de los principales puntales terapéuticos en la patología que estamos estudiando. A este grupo de pacientes artrósicos, en sus diversas formas y efectos de los distintos tipos de alteraciones reumatoideas que no es el momento de analizar en detalle, tenemos que añadir un importante contingente de pacientes aquejados de molestias derivadas de secuelas de fracturas, contusiones, esguinces y numerosas afecciones, no ya osteoarticulares, sino musculares.

o músculo-tendinosas y contracturas inespecíficas cuyo tratamiento mediante la técnica de la magnetoterapia puntual, pueden verse libres, en plazos de tiempo relativamente cortos, que van desde el alivio inmediato hasta tratamientos que se prolongan en el tiempo hasta tres meses (según los casos) mejorando su capacidad funcional y movilidad osteoarticular.

Un aspecto hasta ahora no comentado y sobre el cual el clínico está tomando conciencia es el de la rehabilitación de estos pacientes, que liberado de sus molestias puedan reinsertarse en sus actividades laborales en plazos relativamente cortos, lo que representa para la sociedad y para ellos mismos beneficios económicos enormes, dado que con gran frecuencia son causa de bajas laborales e incapacitaciones permanentes para desarrollar su trabajo habitual. En un principio, aún cercano en el tiempo, pues hablamos de un concepto que nació tras los primeros vuelos espaciales, cuando habiendo descartado la existencia de otras causas alimenticias, ocupacionales, etc., se comprobó que el motivo de los fenómenos osteoporóticos y los déficits de mineralización ósea tanto en astronautas como en animales de experimentación que con este fin se pusieron en órbita, estaba relacionado con la ausencia de gravedad, sino por haber escapado del campo magnético de nuestro planeta. Este hecho como tanto otros cuya carencia no se echa de menos hasta que no se pierde puso en marcha la valoración del magnetismo y del razonamiento lógico de que si la ausencia del campo magnético desmineraliza el hueso, la mineralización de un hueso fracturado sería mucho más efectiva cuando la aparición de los cristales de Ca se realizaba bajo los efectos de un campo magnético artificial como muchas veces superior al terrestre. La explicación

de este fenómeno de la formación del callo de fractura bajo un campo magnético puede parecer incluso lógica, cuando los cristales de calcio que en circunstancias normales van situándose por aposición de un modo arbitrario orientado por las tracciones terapéuticas y por la arbitrariedad de los movimientos musculares que rodean al foco de fractura, causa en muchas ocasiones de callos hipertróficos.

Cuando la consolidación de una fractura se realiza bajo un campo magnético general durante un tiempo concreto o puntual de un modo permanente y continuo, es bioquímicamente comprensible que los cristales de calcio, sales minerales perfectamente polarizadas, vayan aproximándose de un modo lineal determinado por el hecho de que en las zonas sometidas a un campo magnético y perpendiculares al mismo se desencadenarán corrientes inducidas que polarizan a estos cristales y por atracción electrostática de los mismos van a depositarse de una forma lineal en relación con el sentido longitudinal del hueso y en un tiempo mucho menor podrá consolidar dicha fractura a la vez que se aleja el riesgo de la formación de callos hipertróficos y pseudoartrosis a nivel del foco fracturado.

A partir de estos conceptos teóricos actuales y como es habitual de uno empírico, una de las primeras aplicaciones de la magnetoterapia fue en la consolidación de fracturas óseas, comprobándose casi desde el comienzo que las fracturas que eran tratadas por los métodos convencionales y sometidas a la vez a la influencia de campos magnéticos consolidaban mejor y en menos tiempo. Este hecho ha sido confirmado por numerosos autores, hasta el punto de que en muchos departamentos de traumatología actualmente se disponen de equipos de magnetoterapia para el tratamiento de las fracturas.

Más recientemente se ha empleado la magnetoterapia puntual con magnetóforos en este mismo sentido³⁶ y más especialmente aplicándose en patologías postraumáticas y muy particularmente en traumatismos craneales y craneocervicales. Habiéndose desarrollado técnicas de aplicación específica con magnetóforos en fracturas de ambos maxilares⁶⁸. Aparte del tratamiento de las fracturas propiamente dichas en su fase aguda, sabemos y esto representa otro campo de aplicación de la magnetoterapia puntual que existen una serie de secuelas indeseables dolorosas de las fracturas que generalmente se asocian a contracturas y que representan una larga evolución clínica de difícil tratamiento farmacológico, en las cuales aisladamente por sus efectos descontracturantes específicos de la cara Norte de los imanes, junto al efecto antialgico y antiinflamatorio de la cara Sur, o bien asociando a técnicas de rehabilitación, hoy por hoy representan las dos bases terapéuticas de este problema.

El contingente de cuadros clínicos postraumáticos que sin llegar a fracturas óseas es tratado en los servicios de traumatología, representa porcentualmente un capítulo más elevado que el de las mismas. Nos referimos a las contusiones en general, esguinces, lesiones y distorsiones ligamentosas, artritis traumáticas y afecciones osteo-tendinosas postraumáticas. En todas ellas se ha empleado con éxito la magnetoforo-terapia, particularmente en departamentos de traumatología franceses que han representado numerosas publicaciones en este sentido^{36,37,69}, así como en las rigideces, secuelas y en las impotencias funcionales tardías con déficits en grados de movilización articular, en las cuales, las técnicas rehabilitación y la magnetoterapia puntual se utilizan conjuntamente con éxito terapéutico.⁷⁰

Independientemente de los procesos traumáticos y continuando dentro de la patología osteo-articular, tenemos un enorme campo de acción para nuestra técnica, que debido a ser tan intenso, necesitamos ir estudiando separadamente. Iniciamos el análisis, comentando los buenos resultados obtenidos con el empleo de campos magnéticos estáticos de caracter puntual por Lirtsman y su equipo⁷¹, en el tratamiento de las enfermedades distróficas de las extremidades en la clínica abarcando todo tipo de patologías inflamatorias, desde la bursitis, tendosinovitis, etc., presentando estadísticas muy demostrativas en las cuales correlaciona nuestra metódica terapéutica con antiinflamatorios convencionales, demostrando la supremacía de la primera por eficacia y carencia de efectos secundarios.

En el extenso campo de la patología artrósica en el que se han intentado todo tipo de terapias sin que ninguna de ellas haya arrojado unos resultados terapéuticos satisfactorios que vayan más allá del simple tratamiento sintomático, la magnetoterapia puntual, también se ha empleado casi desde el principio del desarrollo de esta técnica. Los estudios comparativos que en este sentido se han utilizado, demuestran que nuestra metódica tampoco resuelve el problema de fondo de esta afectación osteoarticular, pero que puede aliviar a nivel sintomático en función del efecto analgésico y antiinflamatorio que presenta la cara Sur del imán y de la acción descontracturante sobre la musculatura periarticular que se obtiene como consecuencia de la aplicación de la cara Norte del magnetóforo, cuyos efectos son similares, nunca inferiores a las del amplio arsenal farmacológico utilizado en este sentido, pero presenta el beneficio adicional sobre ellas de la carencia de efectos secundarios indeseables no visferotóxicos de las que adolecen las medicaciones de uso y

tal vez presenten también la ventaja de que con una única técnica se puedan cubrir los campos de acción terapéuticas que frecuentemente precisan el empleo conjunto de distintas drogas, analgésicos, antiinflamatorio, sedantes descontracturantes, etc., con la que los efectos secundarios se potencian entre sí. Por áreas de afectación, en zonas de máxima presentación o incidencia del proceso artrósico en la clínica es a nivel de la columna cervical y lumbar, con sus consiguientes afectaciones del nervio ciático en las que debemos insistir, que el empleo de la magnetoterapia ofrece beneficios terapéuticos evidentes, siempre que sea aplicada correctamente y durante un período de tiempo que nunca debe ser inferior a las cuatro semanas, ni superior a los tres meses de tratamiento continuo, por debajo de estos plazos, está demostrado que su efecto es nulo³⁷.

Pormenorizando las ubicaciones de más frecuente afectación de este proceso, tenemos la siguiente sistematización⁴⁹:

Raquialgias, cuando existen trastornos e incluso discretos de la estática.

Dolores directamente relacionados con los trastornos raquídeos y estáticos, tales como las tendinitis, cervicobraquialgias, escapulolalgias, cefaleas posteriores, síndromes neuro-algo-distróficos, dolores de irradiación radicular, ciáticas, dolores de miembros inferiores, ciertos dolores torácicos o intercostales.

Trastornos estáticos como actitudes escolióticas, escoliosis, cifosis, hiperlordosis, báscula de sacro y pelvis.

Así como en patologías con componente vertebral, como cefaleas, vértigos, estreñimiento, colitis, palpitaciones idiopáticas y trastornos funcionales digestivos.

2-5-8. Oftalmología.-

También la oftalmología se ha abierto en los últimos años al empleo de las modernas técnicas terapéuticas, desde la serie de éxitos que la laserterapia ha supuesto. En este sentido, aunque en nuestro país no existe bibliografía publicada aún, están orientados diversos estudios en los cuales se ha utilizado la magnetoterapia puntual en el tratamiento del glaucoma^{72,73}, en los que los autores expresan que el éxito obtenido con el tratamiento con magnetóforos se debe al efecto antiinflamatorio del imán. Probablemente debido al efecto antiflogístico que los imanes bipolares presentan en su cara Sur.

Apartándonos del propio aspecto magnetoterápico, una clásica utilización en oftalmología de los imanes, ha sido la aplicación de los mismos para extracción de cuerpos extraños metálicos, aceros y partículas de hierro que generalmente en relación con actividades laborales puedan incrustarse en el globo ocular como accidente de trabajo. En estos casos se suele emplear un imán para atraer dichos cuerpos. Mucho más delicado es el empleo de estos imanes ya en cirugía oftalmológica cuando estos cuerpos se encuentran situados intraocularmente. Es sobre este tipo de intervenciones sobre los que Myers⁷⁴ realiza una exposición en la publicación que comentamos empleando imanes.

2-5-9. Odontología.-

La Odontología, buscando también solución a sus problemas y muy avanzada terapéuticamente y al día en cuanto a la aplicación de técnicas, casi desde el comienzo de la magnetoterapia

de carácter general, comenzó a utilizarla para sus fines específicos, bien aislada o asociada a otro tipo de tratamientos físicos o farmacológicos⁷⁵ pues como vemos en este trabajo en muchas ocasiones en esta especialidad se presentan complicaciones secundarias en las que se producen procesos inflamatorios o abscesos muy cerrados a los que difícilmente se puede acceder con los antibióticos que no atraviesan las fuertes barreras del granuloma local y en este sentido ha sido útil coadyuvante el empleo de la magnetoterapia puntual, la cual, disminuyendo el proceso inflamatorio y modificando la permeabilidad capilar localmente ha permitido que otros productos farmacológicos tuvieran acceso al foco infeccioso. También como complicación secundaria de esta especialidad suele ocurrir afectaciones traumáticas de filetes nerviosos con paresias e incluso parálisis de las mismas que representan una seria complicación tras las tracciones dentarias y en las cuales también la magnetoterapia puede prestar una gran colaboración terapéutica como describe el antes citado autor⁷⁵.

También la odontología se ha mantenido perfectamente actualizada a los avances de la magnetoterapia puntual en los últimos años y así vemos como ha sido de las primeras especialidades que han comenzado a utilizar los magnetóforos de alto poder magnético a base de aleaciones de cobalto-samarium y han buscado aplicaciones de sus potentes efectos magnéticos en los cuales utilizan por una parte el efecto antiinflamatorio de los mismos y por otra parte el efecto propiamente magnético en la aplicación de prótesis dentaria con una moderna técnica de fijación magnética de las mismas⁷⁶. La cual se inicia con una previa terapia endodóncica y en la cavidad así generada, se aplican estos magnetóforos de cobalto-samarium.

demostrando que es el método más idóneo para mantener in situ la prótesis dentaria que sobre él es aplicada, esta técnica muy pronto ha difundido por la eficacia de la sistemática protésica así como por la ausencia de complicaciones secundarias y pronto prácticamente con todas las revistas especializadas de diversos países han comenzado a presentar publicaciones científicas comentando los éxitos de esta metódica^{75,77}.

También avanzando a partir de los últimos años de esta técnica, otros autores han iniciado el empleo de los magnetóforos locales no ya como agente de conexión sino como elemento coadyuvante en el tratamiento odontológico y en la cirugía maxilo-facial, con la finalidad de evitar las reacciones adversas de los tejidos a las manipulaciones que este tipo de intervención suele acarrear de carácter secundario e indeseable. Iniciando esta metódica y como todos los autores en las recientes publicaciones utilizan el magnetóforo de alto poder magnético de acero al cobalto samario.⁷⁸

2-5-10. Medicina Laboral.-

Muy recientemente La Medicina del Trabajo ha comenzado a utilizar esta moderna terapia física por su eficacia, sencillez y carencia de efectos secundarios prácticamente en todos los tipos de lesiones que como consecuencia de La Medicina Laboral pueda presentarse. Ya en los capítulos anteriores hemos hablado en oftalmología de los métodos magnetoterápicos de las lesiones oculares por cuerpos extraños metálicos y más extensamente el correspondiente al aparato locomotor nos hemos referido a las lesiones traumatológicas de todo tipo, muchas de ellas relacionadas directamente con el medio

laboral, aunque no hemos dado el tal capítulo en esta orientación. La visión de la magnetoterapia aplicada como técnica terapéutica en Medicina Laboral se inicia tan solo hace dos años, y de una manera casi paralela en todos los países en función de su alta eficacia-bajo costo económico, y por la relativa rapidez con que resuelve los problemas. Ya existen publicaciones que contemplan estas posibilidades en otros países en los que analizan las más frecuentes lesiones que en relación con el trabajo se dan en la clínica, sometidas a tratamientos magnetofoterápicos⁶⁰ tales como contusiones, esguinces, fracturas y un capítulo dedicado a los efectos de las radiaciones ionizantes, que presentan el aspecto de la Medicina del Trabajo, en la tecnología más avanzada.

Hemos de destacar uno de los trabajos que en este sentido nos ha resultado muy interesante⁷⁹ en el que los autores analizan aspectos de carácter laboral o enfermedades profesionales en relación a personas que se ven sometidas durante largos períodos de tiempo a infrasonidos y vibraciones por motivos laborales, en fábricas, aeropuertos túneles de pruebas aeronáuticas, etc. y presenta el autor como método terapéutico primordial el empleo de este tipo de magnetoterapia puntual, resultando ser el mejor sistema para paliar los efectos adversos de las vibraciones. Esta afirmación la hace después de un detenido estudio de la magnetoterapia con bloqueadores ganglionares, para simpaticolíticos, antineuróticos y simpaticotónicos, así como otras terapias neuroprotectoras que se han empleado habitualmente en el tratamiento de esta enfermedad de carácter profesional.

2-5-11. Enfermedades del Metabolismo, Obesidad.⁸⁰

Los obesos que adelgazan reducen el riesgo de padecer, diabetes, hipertensión arterial, etc., aumentan sus expectativas vitales, soportarían mejor una intervención quirúrgica y realizarían más fácilmente ejercicios físicos y deportes.

A veces, es realmente difícil, en primer lugar para el enfermo, llevar a cabo por el sacrificio que le supone seguir nuestras indicaciones para reducir el peso, y para el médico encontrar una terapéutica eficaz contra la obesidad, teniendo en cuenta que no poseemos todavía una respuesta clara a las interrogantes patogénicas. Esta dificultad se debe en parte también a que la obesidad no es una enfermedad única sino un síndrome que obedece a multitud de causas y se da en gran cantidad de enfermedades. Al igual que en otras patologías, es poco aún lo que se sabe sobre los mecanismos íntimos de acción de la magnetoterapia puntual, en las enfermedades metabólicas y más específicamente en el caso de la obesidad.

Se conocen los puntos a utilizar de un modo empírico. La acción del imán descrito, aplicado sobre el brazo izquierdo, que exactamente coincide en superficie sobre la unión del tercio superior con el tercio medio del brazo cara antero-lateral-externa, y que en profundidad con la V deltoidea, y que considerando una posición intermedia sería el tendón del deltoides, nos permitiría una reducción de peso con un grado de éxito considerable, confirmado con nuestra propia experiencia. También hay explicaciones de tipo tradicional para explicar el fenómeno de la reducción de peso a estos pacientes, pero que por se

argumentos más bien filosóficos y simbólicos, hemos preferido apartarlos de momento de este trabajo para dedicarnos más bien a aquellos mecanismos fisiológicos, que avalados por la ciencia, y demostrables en el laboratorio, pueden darnos una versión de los sistemas biológicos y mecanismos íntimos de acción responsables de la reducción ponderal en pacientes tratados con magnetoterapia.

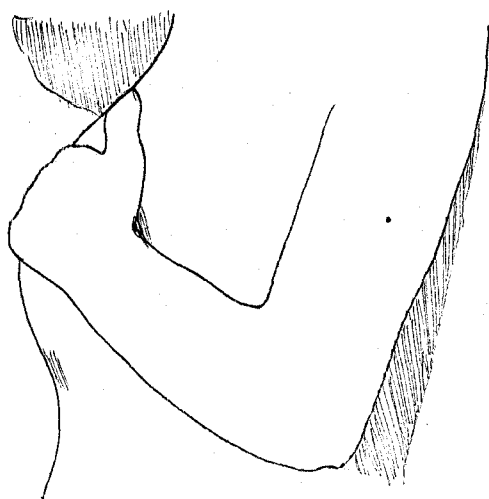


Fig. 8

Conocemos los órganos receptores del mecanismo, los puntos de acupuntura y auriculoterapia que, con algunas leves variantes, son los que utiliza la magnetoterapia puntual y que como veremos deben permanecer actuando durante un tiempo concreto, no arbitrario, sino demostrado por un número suficientemente demostrativo estadísticamente de casos en los que se ha utilizado estos puntos en pacientes obesos y en los que además se ha comprobado un resultado favorable del tratamiento. Este tiempo es importante el mantenerlo, ya que si se colocan las placas magnéticas en el punto correcto pero durante un tiempo insuficiente, o bien se mantienen in situ, de un modo intermitente desubi-

cándolas con frecuencia, se comprueba una menor eficacia del tratamiento incluso nula. Este factor es importante tenerlo en cuenta ya que representa un gran número de falsos negativos estadísticos, que alteran los resultados generales cuando se estudian grandes grupos de pacientes, sometido a controles poco rigurosos y con unos protocolos de trabajo no suficientemente escrupulosos.

También conocemos el punto final del procedimiento terapéutico, la pérdida ponderal demostrable en la báscula y comprobable clínicamente midiendo panículo adiposo, etc., así como las reducciones de lípidos totales, colesterol y triglicéridos en sangre. Evidenciándonos de este modo que efectivamente el órgano efector del proceder terapéutico ha sido el metabolismo de los lípidos y el tejido adiposo.

Pero entre el punto receptor y efector hay un largo camino - en el que se desarrollan una serie de fenómenos plurisectoriales responsable de los hechos comprobados, en el cual vamos a entrar a estudiar, confirmándonos que en este caso, como en otros, el efecto de la magnetoterapia no se consigue por un solo mecanismo de acción, sino imbricado a muchos órganos, aparatos y sistemas biológicos, que como decíamos va a representar una multitud de facetas, muchas de ellas poco conocidas, que se congregan dentro de lo que podríamos llamar Respuesta Sistémica en la que muchos órganos, aparatos y sistemas van a actuar simultáneamente tratando de conseguir un equilibrio. Una respuesta a muchos niveles orientada a un fin concreto, a conseguir resolver una desviación metabólico-hormonal, en la mayor parte de los casos, del equilibrio biológico aceptando el peso corporal a un nivel que podríamos llamar eurítmico, consiguiendo la demanda en función de la oferta que los distintos aparatos y sistemas pueden ofrecer, desequilibrada por

el exceso ponderal.

Como decíamos, los mecanismos de acción de la magnetoterapia puntual en el caso de enfermedades metabólico-hormonales, y más específicamente en la obesidad, van a producirse en varios niveles, vamos a continuación a estudiarlos aisladamente, aún a sabiendas de que su actuación nunca es aislada, sino que actúan todos ellos, imbricando entre sí sus mecanismos.

En un primer nivel de actuación tenemos que citar el sistema nervioso, que va a responder a nivel central y periférico, y en este último con una importante participación del sistema simpático-parasimpático. En orden a una mayor sistematización comenzaremos por los núcleos centrales, concretamente en el hipotálamo y más particularmente el hipotálamo anterior, donde están ubicados los centros específicos que controlan los mecanismos de sed, hambre y de peso corporal, donde en este último se regulan los depósitos grasos periféricos, desde un centro hipotalámico que conoce la "armonía" ponderal para su organismo y trata de equilibrarlo valiéndose para ello de casi todos los mecanismos que vamos a estudiar en este capítulo, pues es en estos centros donde la magnetoterapia va a actuar en un primer nivel de acción.

En esta misma zona se efectúa una estimulación sobre los centros de hambre y sed, que nos producen la sensación de saciedad o de hambre. Existen además en esta área del cerebro centros que evalúan los contenidos osmóticos de sangre periférica y detectando los contenidos de sodio y potasio. También los niveles de glucosa y lípidos, concretamente la concentración de quilomicrones, que aumentan en las

horas posteriores a la ingesta de alimentos. Dependiendo de las tasas de estas sustancias en el suero, estos centros nos traducen sensaciones intrínsecas de hambre o sed o de saciedad y pone en marcha los mecanismos de respuesta adecuadas a nivel general, a corto y a largo plazo.

También en esta área del hipotálamo la magnetoterapia puntual va a actuar reequilibrando sistemas que llamamos de neuroendocrinia. Dentro de este apartado debemos citar como muy importante la reequilibración de los sistemas C.R.F. (Córtico-Trophin-Release-Factor) que a su vez lo harán con el ACTH hipofisaria, que más adelante, por los conocidos sistemas de feed-back, controlan las tasas periféricas de glucocorticoides.

La ACTH es un polipéptido o protehormona que al actuar y determinar la hiperplasia sobre la corteza suprarrenal consigue la secreción de diversos glucocorticoides elaborados por ésta, el más importante de los cuales es el 17-hidroxycorticoide llamado hidrocortisona o cortisol. Pues bien, la ACTH y el cortisol producen una serie de efectos metabólicos de los cuales, los que nos interesan en nuestro caso son los siguientes: formación de hidratos de carbono a partir de las proteínas con incremento de glucógeno hepático, balance negativo de nitrógeno, glucosuria y adiposis. Vemos el papel tan importante que juegan en la génesis de la obesidad y la necesidad de su equilibrio como decíamos antes. Otro tanto de lo que hemos dicho, podríamos afirmar acerca del efecto de la magnetoterapia puntual, sobre el metabolismo en general y en particular a nivel celular, por su efecto equilibrante que se realiza a través de las T.R.F. (Thiroid-Release-Factor), que por intermedio de la TSH hipofisaria va a controlar las tasas periféricas

de hormonas tiroideas, mediante el ya citado mecanismo de feed-back y cuya acción sobre el metabolismo y muy particularmente sobre los depósitos grasos, su movilización y en general sobre la obesidad teniendo en cuenta algunos de los mecanismos de acción de la tiroxina tales como la aceleración de la síntesis de proteínas por las células y su acción sobre las mitocondrias produciéndoles hinchazón al actuar sus enzimas oxidativos y por acelerar el ciclo tricarboxílico.

Finalmente y antes de cerrar este apartado, debemos citar el mismo efecto sobre la FSH y la LH hipofisarias, que, controlando las hormonas femeninas estrogénicas progesterona, además de otros muchos metabolitos de las mismas, sin efecto específico hormonal sexual, pero con el mismo arquetipo bioquímico de estos y de los glucocorticoides, sabemos que tienen un reconocido efecto sobre el metabolismo del agua, de los iones, y en general sobre metabolismo, desde el grado de agregación de los coloides celulares, hasta los más groseros síntomas de la obesidad; lo cual se pone claramente de manifiesto en el gran número de obesas, cuyo problema primordial radica en patología ovárica y que cursan con alteraciones del metabolismo de las grasas y con sintomatología dependiente de la retención de agua e iones. Todos estos casos hemos comprobado como en la práctica se benefician del tratamiento con los magnetóforos y hemos estudiado los diversos mecanismos, por los cuales este hecho, confirmado, puede explicarse a la luz de nuestros conocimientos de fisiopatología, así hemos comenzado buscando efectos neuroendocrinos por acción directa de los campos magnéticos sobre el hipotálamo, en el que los fenómenos fisiológicos encadenados entre sí parecen ser fácilmente objetivables. Más difícil será el comprobar los efectos a un nivel más bajo, a nivel molecular, donde realmente se producen y se desencadenan los procesos que luego macroscópicamente

detectamos, pero que tienen su origen en el equilibrio en las moléculas de agua, en los iones y en los principios inmediatos mediante un estado vibracional electromagnético de las propias células.

Sin salir del área hipotalámica nos queda un importante factor o mecanismo de acción del magnetismo, pues hemos comprobado que, cuando es innecesario, la energía electromagnética se comporta como un potente diurético. Este efecto diurético, de carácter mixto, parece ser que actúa a nivel tubular, pero también a nivel central. Tiene la importante propiedad de dejar de actuar cuando deja de ser necesario. No existe pues problema de sobredosificación, ya que actúa mediante una acción que ya hemos dicho que es equilibradora y reversible, de modo que mientras exista una sobrecarga hídrica, el magnetismo puntual funciona como diurético, pero una vez alcanzado el equilibrio hidroelectrolítico fisiológico, este efecto desaparece y no actúa, por mucho que se estimulen los puntos idóneos, por muchas dosis de magnetismo que se den e independientemente del tiempo que se tenga el imán actuando, o de la longitud de onda de la radiación que empleemos, aumentando el número de imanes, sobre la zona correspondiente. Este efecto que podemos comparar con el de la retroalimentación de los procesos endocrinos se hace a nivel central en los centros reguladores de contenido en sodio y potasio en sangre y que funcionan como interruptores que abren y cierran el circuito que regula la diuresis, mediante los mineralocorticoides y las hormonas hipofisarias, desde un eje aldosterona-hormona antidiurética, en el mantenimiento de este equilibrio hormonal responsable de la pérdida de líquidos en los obesos, en los que el magnetismo, a través de la presión osmótica del plasma actúa como regulador, con el punto efector a nivel celular.

También muchos tratamientos para control de la obesidad han tratado este tema mediante diuréticos de distintos tipos, pero de un modo más burdo y más antifisiológico, aunque con la misma idea de actuar sobre el equilibrio hidroiónico corporal, aunque también se ha hecho valer efectos que los mineralocorticoides, tanto los endógenos como los administrados farmacológicamente, tienen a nivel intestinal ya que sabemos que la DOCA (desoxicorticosterona) tiene efecto directo sobre la esterificación de los hidratos de carbono y de las grasas. Este efecto esterificante de principios inmediatos de los mineralocorticoides que se realiza por fosforilización, favorece la reabsorción de los principios inmediatos y el tránsito a través de la mucosa intestinal hace posible la reabsorción, concretamente de la glucosa y de los ácidos grasos. Este efecto polateral de los mineralocorticoides no debemos olvidarlo cuando precisamente estamos tratando de conocer los mecanismos de actuación de la magnetoterapia contra la obesidad. No debemos olvidar que se produce una acción hormonal directamente a nivel local en la mucosa intestinal que se suma además a otros efectos locales dependientes del simpático-parasimpático como es la regulación de la motilidad intestinal de peristaltismo, efecto que también se ha comprobado que se produce con la magnetoterapia y que ambos efectos por vías muy distintas ejercen una acción a un nivel único, en la mucosa intestinal. Este solo ejemplo nos pone de manifiesto, lo que ya hemos dicho en otras ocasiones, que no hay un punto de acción de la magnetoterapia, sino que es un fenómeno muy complejo, en el que se imbrican muchos aparatos y sistemas, que es un efecto plurifactorial a muchos niveles.

Después de este inciso continuamos con el tema de los mineralocorticoides y hormona antidiurética (ADH) y de como el magnetismo actuando sobre el sistema nervioso, sobre hipotálamo mediante neurosecre-

ción o neuroendocrinia controlaba este binomio, que a su vez controla la diuresis, ue por una parte actúa a nivel renal, en túbulo distal, por otra parte la aldosterona con reabsorción de Na^+ y K^+ , y cuyo mecanismo feed-back se controla no solo por adenohipófisis, sino que implica a glándulas tan oscuras como la epífisis y a sustancias tan poco conocidas como la adreno-glomerulo-trofina a la vez que tienen una válvula de seguridad con los baro-receptores intravasculares y receptores osmóticos de Na^+ y K^+ intravasculares que trasladarían el control del desequilibrio al sistema renina-angiotensina, (cuyos análisis nos desviarían mucho del tema que nos ocupa) pero cuyo balance final es un modo más de control del equilibrio hidrosalino, tan artefactado en el obeso en que no solo ya se altera el líquido intravascular, sino que ante una sangre con bajo contenido en Na^+ y Cl^- permite el paso de agua al espacio intersticial, tratando equivocadamente de resolver el problema, con lo que acrecienta las complicaciones de la obesidad en el orden cardiovascular con edemas, hipertensión, etc.

Comentado someramente uno de los polos de acción a nivel periférico del magnetismo, regresamos al efecto central, que estábamos estudiando, a la neurohipófisis esta vez donde los procesos de estimulación del hipotálamo habían desarrollado la neuroendocrinia de los núcleos infundíbulo-tuberianos hacia la neurohipófisis y a la hormona antidiurética que va a actuar favoreciendo la reabsorción acuosa a nivel del túbulo renal e incrementando la eliminación de sodio, y que por otra parte nos hemos ya referido cuando hablabamos del aumento de resistencias periféricas ocasionadas por la vasopresina.

También estas secreciones se van a ver equilibradas por

los ya citados osmoreceptores de los núcleos hipotalámicos y tallo pituitario (muy relacionados con el centro de la sed) con lo que cierra el círculo vicioso de los numerosos mecanismos de control y de la diuresis y del equilibrio hidrosalino aún en último extremo. Esta complejidad de mecanismos de control nos hace fácilmente comprensible que el actuar unilateralmente sobre cualquiera de los pasos descritos, farmacológicamente con un diurético u otro tipo de medicación no puede conseguir sino una mejoría transitoria, pues en vez de equilibrar, va a desequilibrar más el sistema. La magnetoterapia en cambio, no trata de desviar este sistema, sino que actuando de modo más fisiológico y a distintos niveles, puede conseguir una armonía en el metabolismo hidrosalino que lo consiga equilibrar, y esto nos explicaría el hecho paradójico, del porqué una vez alcanzada esta armonía hidro-osmótica por mucho más energía electromagnética que apliquemos, ésta no ejercería efecto alguno.

Directa o indirectamente, pues como hemos dicho los efectos del magnetismo imbrican a demasiados componentes orgánicos muchos de los efectos frente a la obesidad de esta terapia se van a poner de manifiesto en el aparato digestivo. Ya hemos hablado del efecto sobre la reabsorción de principios inmediatos en las vellosidades intestinales en relación con la fosforilización de sustancias como la glucosa y los ácidos grasos y de como este efecto hormonal se sumaba a una acción puramente mecánica dependiente del sistema vegetativo por control de la motividad intestinal (peristaltismo). Ambos factores van a hacer que se realice una menor reabsorción de principios inmediatos en el proceso de la digestión, y que va a actuar a modo de una dieta hipocalórica, hecho comprobable estudiando el contenido en principios inmediatos en sangre tras la digestión y muy fácilmente en las tasas de quilomicrones

en sangre circulante que sistemáticamente se encuentran disminuidos en pacientes sometidos a tratamiento con esta técnica y comprobado por determinaciones de laboratorio y clínicamente evidenciado como existe clínicamente, aunque aquí pueden actuar otros muchos factores, una menor consistencia en heces, se evita el estreñimiento a la vez que se aprecia un mayor contenido de principios inmediatos, particularmente de grasas, cuando se realiza un análisis sistemático de las heces antes y después de iniciado el tratamiento magnetoforo-terápico. Esto representaría al evitar el estreñimiento un fenómeno similar al que antes hemos descrito al estudiar el agua y los iones y cuyo resultado es el evitar la oliuria e incluso producir una poliuria, en tanto que es necesaria para conservar el equilibrio hídrico-salino, que se obtendría a nivel central, pero también periféricamente mejorando la función renal.

También en el aparato digestivo se reciben a muchos niveles un efecto tónico estimulante debido a la acción de la magnetoterapia sobre muchos niveles, desde las propias células hepáticas, a una acción beneficiosa debida a la mejora de la circulación a nivel arteriolo-capilar hasta los efectos, que ya hemos comentado equilibradores de los sistemas simpático y parasimpático, así como a niveles teóricos poco conocidos aún, en la práctica, justificado por modificaciones de radicales libres de enzimas, y secreciones digestivas, que modifican de algún modo sus acciones y tipos de reacción química. En general estos efectos traducen un refuerzo de la función hepática, pancreática y gástrica. En cuanto a los mecanismos de acción no podemos decir que se realicen en un solo sentido, químico o físico pues todos los mecanismos que el organismo es capaz de utilizar se imbrican entre sí buscando una funcionalidad final y cuya respuesta va a movilizar sistemas enzimáticos, hormonales, circulatorios, nerviosos, etc., y a su vez interconectadas

entre sí en orden a alcanzar por todos los medios la funcionalidad. Prueba de ello es como el mecanismo hormonal que citábamos anteriormente en el tema de mineralo y glucocorticoides y cuyos mecanismos desencadenantes van del sistema nervioso central, a través de varios pasos intermedios que ya hemos descrito, vimos como producían secreciones de hormonas suprarrenales, los cuales independientemente de sus efectos púramente endocrinos, van a actuar en el aparato digestivo como reguladores de la absorción intestinal pero además a nivel hepático van a potenciar su función de eliminación de sustancias mediante procesos de inactivación mediante conjugación con ácidos como el glucorónico, taurocólico, etc., y otras potenciaciones van a verse estimuladas por hormonas diferentes así el cortisol va a poner en marcha los mecanismos de reducción, glucoconjugación y ulterior eliminación utilizando la inactivación con el ácido glucorónico, pero este mecanismo no va a ser exclusivo pues una hormona distinta, la aldosterona, va a servir como efector de segunda línea produciendo los mismos efectos de inactivación-reducción con el ácido glucorónico, que es uno de los principales medios de conjugación hepáticos. Pero existen otros procedimientos de conjugación hepáticos como el ácido taurocólico y el condroitín sulfúrico y estos van a ser estimulados por sustancias no directamente hormonales sino productos intermediarios del metabolismo de estas hormonas, no activas endocrinológicamente sino simples 17-cetosteroides y muchos ciclopentanoperhidrofenantreno con radicales libres útiles para favorecer la inactivación de sustancias a nivel hepático por otros sistemas como sulfito taurocolatos, etc., pero nunca a través del ácido glucorónico.

Pero si analizamos un poco más en profundidad vemos que estas hormonas suprarrenales no sólo van a actuar en los mecanismos de conjugación, que son importantes en la obesidad, sino a algo muy

directamente relacionado con la movilización de grasas y la glucogenólisis, este es el caso de los glucocorticoides regulado del modo que antes hemos estudiado, de modo que el producto final de esta escalera de efectores, el cortisol va a actuar a nivel hepático, favoreciendo o inhibiendo (según dosis) la glucogenosíntesis y la glucogénesis a partir de aminoácidos, estimular a la vez el catabolismo proteico. Favoreciendo la neoglucogénesis a la vez que degrada proteínas, efecto que se verá relacionado por el de los androgenocorticoides suprarrenales que favorecen el anabolismo proteico y de como ambos van a ser responsables a su vez de la movilización de las grasas y de su catabolismo.

Todos estos fenómenos antagónicos y contrabalanceadores se van a poner en marcha a la vez con la magnetoterapia, pero no de un modo unilateral, sino de un modo general y multilateral al modo de actuar el organismo, por una directa estimulación de su fisiologismo y de sus mecanismos de acción, de los cuales conocemos algunos, pero hay muchos de los que no tenemos conocimiento. Poniendo en marcha estos múltiples resortes biológicos a modo armónico la magnetoterapia puede conseguir el mantenimiento del equilibrio corporal a todos los niveles, no actuando en contra, sino a favor de los mecanismos propios de acción fisiológica del organismo.

Contraindicaciones y efectos secundarios de la magnetoterapia.-

Al realizar la anamnesis de un enfermo, sabríamos si es portador de un marcapasos interno, pues supone una contraindicación de la magnetoterapia puntual, debido a que el marcapasos interno es susceptible de verse afectado e interferido en su funcionamiento interno por campos de tipo electromagnético. En el sentido de detener su funcionamiento, o anular el sistema de marcapasos de demanda, convirtiéndolos en marcapasos fijos, modificando las frecuencias de impulsos eléctricos generados por el marcapasos tanto en número de impulsos por unidad de tiempo, como en la intensidad del impulso generado por el marcapasos. De hecho, en cardiología se utilizan imanes de tipo circular sobre la pared torácica bajo control electrocardiográfico continuo para verificar y comprobar la situación de las baterías que suministran la energía al marcapasos. Son también con impulsos electromagnéticos con los que el cardiólogo a voluntad modifica en los modernos marcapasos la frecuencia cardíaca y la potencia del estímulo generado por el marcapasos sin tener que intervenir al enfermo quirúrgicamente, actuando incruentamente a distancia.

Reiteramos la importancia de obtener desde la anamnesis del paciente este dato que como decíamos es contraindicación de la técnica que estamos estudiando. Debemos considerar, además del embarazo, durante el cual no es aconsejable utilizar la magnetoterapia, debido a los posibles efectos mutagénicos durante la etapa de embriogénesis. Existe también contraindicación del empleo de la magnetoterapia en pacientes que tienen implantadas prótesis valvulares cardíacas no biológicas, con elementos metabólicos tipo Bjorck o Edwards, debido a que pueden crearse en estos elementos cargas estáticas eléctricas que condu-

cen a un aumento de la agregación plaquetaria local, con riesgo de trombosarse dicha válvula.

Salvo estos concretos casos, en los cuales debe evitarse la utilización de la magnetoterapia, no conocemos otras contraindicaciones ni efectos secundarios, siempre que se utilicen correctamente y durante un tiempo aproximado que hemos descrito en capítulos anteriores, que es el terapéuticamente útil, encontrándose las dosis tóxicas y el tiempo de empleo con riesgos, muy lejos de las dosis terapéuticas, lo cual permite un amplio margen de tolerancia de dosificación y tiempo de exposición antes de la aparición de efectos indeseables.

Incidencias.-

Después de la utilización de los magnetóforos se aprecia en algunos casos intolerancias cutáneas al esparadrapo que se puede eliminar con la utilización de esparadrapos hipoalérgicos.

Debemos de todas formas citar la aparición de efectos indeseables o nocivos de personas que trabajando en industrias electrónicas específicas y expuestos durante años crónicamente a campos magnéticos de elevada intensidad, aunque no sea precisamente nuestro caso.

2 - 6

LA INFLAMACION.-Introducción.- Evolución Histórica.-

La inflamación, como proceso biológico, dinámico y complejo es conocido desde los mismos albores de la medicina. No sólo ocupa un destacado lugar en la medicina hipocrática, sino que en los textos griegos, se encuentran descripciones de la inflamación y que a su lenguaje se debe al que hoy utilizemos para su designación el sufijo " itis ". Alrededor de los años 460-377 a.C., los médicos hipocráticos basaban la salud en la composición normal de los humores orgánicos y la alteración de estos significaba enfermedad. El rubor y el calor, a menudo síntomas cardinales de la inflamación, se interpretaban como signos de un proceso de digestión local, en virtud del cual la " materia peccans " adquiriría las propiedades de los humores orgánicos.

Posteriormente en el 31 a.C. Celso describe los signos inflamatorios de dolor, calor, rubor y tumor a los que Galeno (129-201) y John Hunter (1.794) añadieran el trastorno funcional y este último clasificara los distintos tipos de inflamación en adhesivas, supuradas y ulcerativas. Por su parte, Thomson describe la capacidad de ciertas estructuras para provocar inflamación y una vez instaurada ésta, se produce un aumento de la circulación capilar al que se consideró el signo primordial de la inflamación, hasta que en 1.852 Vichow, compruebe la capacidad de inflamación en tejidos carentes de vasos, por lo que la relaciona con una lesión celular, teoría completada y confirmada como proceso esencial de la inflamación por investigadores posteriores.

Ya en el siglo pasado, destacan Eison y Heime por su teoría neuro-humoral que en resumen, la inflamación sería debida a un enlentecimiento sanguíneo por estímulos nerviosos y cuya consecuencia sería la extravación de líquidos. Arnold, relaciona los cambios en el foco inflamatorio con alteraciones producidas en el cemento intercelular. La inflamación debe considerarse como una alteración del tejido intersticial aparecido como reacción frente al estímulo, y la capacidad de responder se relaciona con el desarrollo de una unidad tisular elemental, la " histiona " (Leterer) con esta denominación se designa un complejo estructural formado por la sustancia fundamental del tejido conjuntivo, sus células y los productos de diferenciación paraplasma-ticas, estructuras nerviosas y circulatorias.

En el Congreso de Montreal de 1.953, Seyle la define como " reacción defensiva de los tejidos orgánicos frente a una agresión de cualquier tipo ". Es por tanto un proceso dinámico con gran variedad de manifestaciones y alguna comunidad de procesos. Para concluir esta introducción, podríamos decir que la inflamación constituye una alteración característica del sistema colectivo-vascular, aparecida como reacción del organismo frente a un estímulo patológico. La significación biológica de este proceso debe pues interpretarse como una función defensiva que conduce a la supresión del estímulo patógeno y al restablecimiento del equilibrio fisiológico del tejido.

Estructura del campo inflamatorio.-

a) El sector terminal de la circulación.-

Los capilares intervienen de forma especial en el proceso

flogístico. Si examinamos atentamente las redes vasculares de dos órganos diferentes, es fácil notar, que entre ellos no existe una diferencia sustancial, tanto en lo que respecta al sector arterial como el venoso. A medida que se acerca a la sección más periférica, aparecen algunas particularidades angioarquitectónicas, microestructurales y ultramicroscópicas, suficientes para establecer una diferencia entre los dos territorios vasculares. Un carácter común a todos los microcírculos que permite establecer una estructura elemental llamada Unidad Capilar de Zweifach⁸¹ (representada en la figura 9), que consta de:

- Un componente arteriolar.
- Un componente capilar.
- Un componente venular.
- Un componente anastomótico arteriovenular.
- Un componente perivascular.

El componente arteriolar es el área donde toman parte dos formaciones complementarias: la metaarteriola y el esfínter de Jacobi. El sector capilar es el más involucrado en los intercambios trófico-metabólico entre la sangre y los tejidos. El tercer componente está representado por dos tipos de vénula, la postcapilar y la colectora, cuyas estructuras y funciones son distintas. La estructura anastomótica arteriovenular, funciona como cortocircuito y permite una variación significativa de la cuota de sangre destinada a penetrar en la red capilar. El último componente que agregamos de gran importancia con fines de unidad posee gran influencia sobre la microcirculación y sus fenómenos conexos.

b) El tejido conjuntivo.--

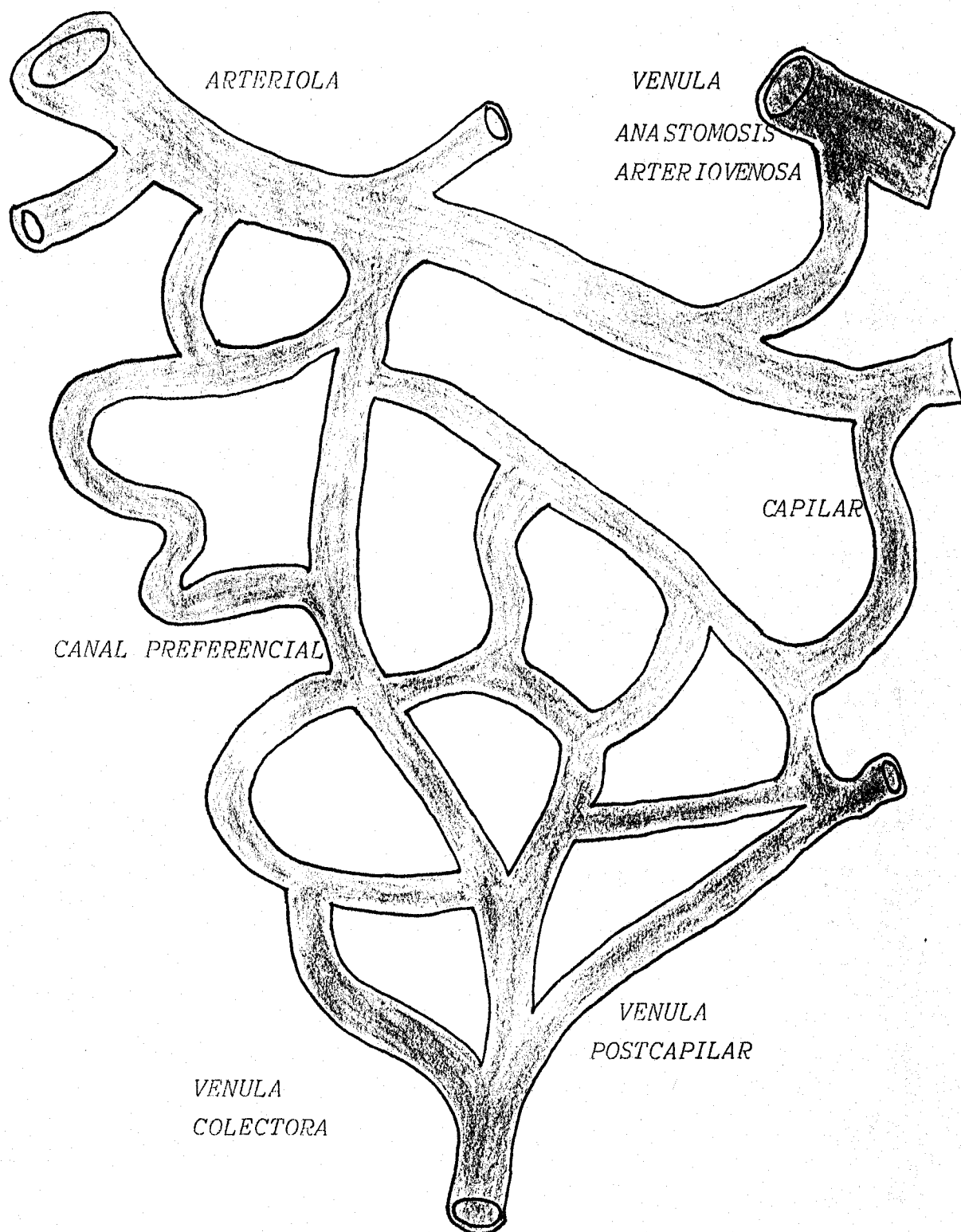


FIG. 9 ESQUEMA DE UNA "UNIDAD CAPILAR" , según ZWEIFACH (modificado).

También llamado mesenquima, está formado por una sustancia fundamental, que formada por mucopolisacáridos, proteínas y agua, ejerce una importante función de barrera con respecto a las sustancias extrañas que penetran en el tejido. También forman parte del mesenquima, fibrocitos y fibras colágenas, reticulares y elásticas muy refringentes. Las fibras colágenas poseen estructuras muy diversas aun cuando están formadas también fundamentalmente por proteínas y mucopolisacáridos, constituyendo las proteínas el núcleo y los polisacáridos la envoltura de las fibras. Las fibras reticulares y elásticas aunque de composición similar existen diferencias químicas que les confieren propiedades especiales. Otro componente de similar composición aunque con fibras de reticulina sería la membrana limitante, que separa el tejido conjuntivo de las estructuras tisulares. Debemos recordar que además existen en el mesenquima normal, dispersas, linfocitos, células cebadas y macrófagos.

c) Los vasos linfáticos.--

Representan un importante sistema de drenaje tisular por medio del cual se separan, tanto el exceso de líquido filtrado a través de la pared capilar, como las grandes moléculas proteicas que provienen de la sangre o de los tejidos, cuya permanencia en los espacios intersticiales perturbarían el juego de los gradientes de presión y la homeostasis micro-vasculo-tisular. La linfa contiene proteínas, enzimas y eventualmente anticuerpos, así como grasa, glucosa y electrolitos.

Agentes causales o desencadenantes de la reacción inflamatoria.--

Según Heilmeyer⁸², la inflamación es debida a la acción

de una noxa, que perturba el equilibrio fisiológico del medio interno en el foco inflamatorio. A partir de la " inflamación fisiológica " se desarrolla una inflamación en el sentido de un aumento patológico de la función de determinados elementos mesotérmicos, la noxa debe poseer suficiente intensidad para provocar la alteración tisular incapaz de ser controlada por las fuerzas fisiológicas destinadas a la eliminación de los factores irritantes.

Según la clasificación de Salvatierra⁸³ :

- A - Traumáticas: mecánicos, químicos, térmicos, eléctricos y por radiaciones ionizantes.
- B - Infeccivos: Bacterias y sus toxinas, hongos, rickettsias, virus, protozoos y helmintos.
- C - Inmunitarios: Por reacción de un antígeno con su anticuerpo, bien sea por antígenos extraños al organismo o no (auto-inmunes).
- D - Neoclásicos.
- E - Necróticos: Por necrosis hística como consecuencia de disminución del aporte sanguíneo u otras causas.
- F - Agentes desconocidos: Como ocurre en las enfermedades del colágeno y en los procesos reumáticos.

Entre las causas físicas destacamos los traumatismos mecánicos, el calor, el frío, la radiación de onda corta o larga, la electricidad, que modifican las propiedades físicoquímicas del tejido, actuando así como agentes flogógenos. No obstante en general la inflamación sólo aparece tras una profunda alteración celular y tisular. Según Samuel, la aplicación de tales factores al estudio experimental

de la inflamación ofrece la ventaja de la posibilidad de su exacta dosificación. Las sustancias químicas de acción flogógena determinan una precipitación o desnaturalización de las proteínas. Entre ellas, ácidos minerales, álcalis, gases, tóxicos de origen animal o vegetal, albumosas, peptonas, grasas animales, aceites, venenos, etc. Los agentes flogógenos vivos producen degradación de los monosacáridos mediante glucólisis aerobia y anaerobia, y por la acción de los metabolitos formados, una acidosis del floco inflamatorio. Deduce Heilmeyer⁸², que la inflamación constituye también uno de los fenómenos de tipo alérgico-hiperérgico que aparece sobre la base de una reacción antígeno-anticuerpo y que además, la reacción puede manifestarse morfológicamente en algunas células, así como en determinados productos de diferenciación de los tejidos, pero en ciertos casos se manifiesta únicamente por perturbaciones funcionales y humorales, con afectación permanente del sistema inmonológico general que estudiaremos más adelante.

Alteración inflamatoria secundaria de los tejidos.-

Los estímulos flogógenos conducen a la aparición de diversas alteraciones tisulares que desencadenaron la reacción inflamatoria y que en conjunto han sido designados como alteración inflamatoria secundaria.

Actualmente se considera un hecho establecido que las sustancias mediadoras que se forman en el campo inflamatorio a consecuencia de las alteraciones tisulares son fundamentales como desencadenantes de la reacción inflamatoria según Heilmeyer⁸².

Los fenómenos ocurridos en el foco inflamatorio los dividimos en:

A) MORFOLOGICOS:

- a) Aumento de la permeabilidad capilar.
- b) migración leucocitaria.
- c) Ruptura del lisosoma.
- d) Respuesta linfocítica.
- e) Respuesta del tejido linfático.
- f) Réplica restauradora del tejido intersticial.

Las alteraciones del endotelio capilar puede ser tan intensa que incluso permita la salida de hematíes, dando por resultado una inflamación de tipo hemorrágico.

Especial atención se ha dedicado a las alteraciones de la sustancia fundamental del tejido conjuntivo, tan importante para la función del mesenquima.

B) QUIMICOS:

Las sustancias que enumeramos a continuación se denominan "mediadores de la inflamación" y no se encuentran normalmente en los tejidos, que son liberados como resultado de la agresión.

- a) Inmunológicos.
- b) Serológicos, como el factor globulina y el LNPF (Lymph node permeability factor).

- c) *Hísticos y factores de permeabilidad capilar.*
- d) *Enzimáticos: lisosómicos, proteasas específicas (hialuronidasa y plasminas).*
- e) *Mediadores no protéicos: histamina, serotonina y otras aminas vasoactivas).*
- f) *Kininas: leucotoxinas, bradikidinas, kalidinas y otras aminas y péptidos.*
- g) *Sistemas prostagladínicos.*

El aumento de la desintegración fermentativa no sólo afecta a las proteínas existentes en el territorio inflamado, sino que puede ocurrir también una lisis de diversas grasas y compuestos similares.

Los síntomas producidos por ellos van a ser, la vasodilatación, la hiperemia y el aumento de la permeabilidad vascular.

Morfología de la reacción inflamatoria.-

A) El Trastorno Circulatorio de la Inflamación.-

Buchner, dice que las perturbaciones circulatorias de la reacción flogística se caracteriza por hiperemia, éstasis y trombosis. La hiperemia se debe a la dilatación y aumento del flujo sanguíneo en los capilares.

La éstasis se distingue de la trombosis por faltar la coagulación de la sangre y por ser reversible.

Para Picker, estímulos débiles provocan congestión patológi-

ca por dilatación activa de las arteriolas, a más intensidad de estímulo provocaría isquemia por contracción de las arteriolas y al final parálisis del tono vascular.

Según Ehrlich, la congestión correspondería a un estado de ocontracción fisiológica de los pequeños vasos.

Según Illig, la éstasis se debe a una alteración de la pared vascular que dificulta la corriente en el lecho vascular.

En definitiva deducimos tres fenómenos: vasodilatación, hiperemia y aumento de la permeabilidad capilar.

B) Exudación.-

Teniendo en cuenta que en la exudación inflamatoria hay un paso de componentes sanguíneos líquidos o disueltos desde los vasos a los tejidos inmediatos, Merkin estudió la hiperpermeabilidad capilar como una de las causas iniciales más importantes de este proceso así como el trastorno circulatorio. Este fenómeno lo comprobó al observar cómo después de inyectar distintos colorantes, estos pasaban a los tejidos del territorio inflamado.

El mismo autor consideraba que la transformación de fibrinógeno, que atraviesan los capilares en la exudación inflamatoria, en una red de fibrina, ha sido considerada como muy importante.

C) Infiltración.-

Entendemos por infiltración inflamatoria, la acumulación de los leucocitos en el territorio inflamado, acompañando a la exudación y que se sigue de esta fase.

Las células del infiltrado suelen ser polinucleares (microfagos), monocitos e histiocitos (macrófagos), aunque dependa dicha composición del agente flogógeno y la duración de su acción. La leucocitosis sanguínea guarda relación cronológica con la infiltración, y su misión biológica consiste en proporcionar cantidades adecuadas de leucocitos al foco inflamatorio y de linfocitos, portadores de mecanismos inmunológicos de defensa. La emigración leucocitaria tiene relación directa con la maduración de ésta, cesando sólo en la agranulocitosis completa. En este proceso de fagocitosis, interviene también la fibrina, formada como resultado de la extravasación de líquidos y proteínas que a su vez pueden dar lugar a la formación de un depósito de fibrina susceptible de bloquear las vías sanguíneas y linfáticas, con lo que se impide la difusión del factor desencadenante de la reacción inflamatoria. Uno de los resultados de la fagocitosis es la liberación de enzimas lisosómicas que pone en marcha la acción historítica de las mencionadas enzimas.

La mayor permeabilidad vascular produce acumulación de líquido extravascular rico en proteínas que forman el exudado, así como proteínas plasmáticas y linfocitos principalmente neutrofilos⁸⁴.

D) Proliferación y Cicatrización.-

Esta fase sigue a la infiltración, incluso superponiéndose

a veces ambas fases. La fase de proliferación forma parte ya de la inflamación subaguda o crónica.

Aparecen linfocitos, en el foco, así como células plasmáticas, relacionadas con la formación de anticuerpos.

Los tejidos linfáticos se hallan sometidos a la influencia de la corteza suprarrenal, por lo que esta fase tendría una función de defensa y un proceso de adaptación.

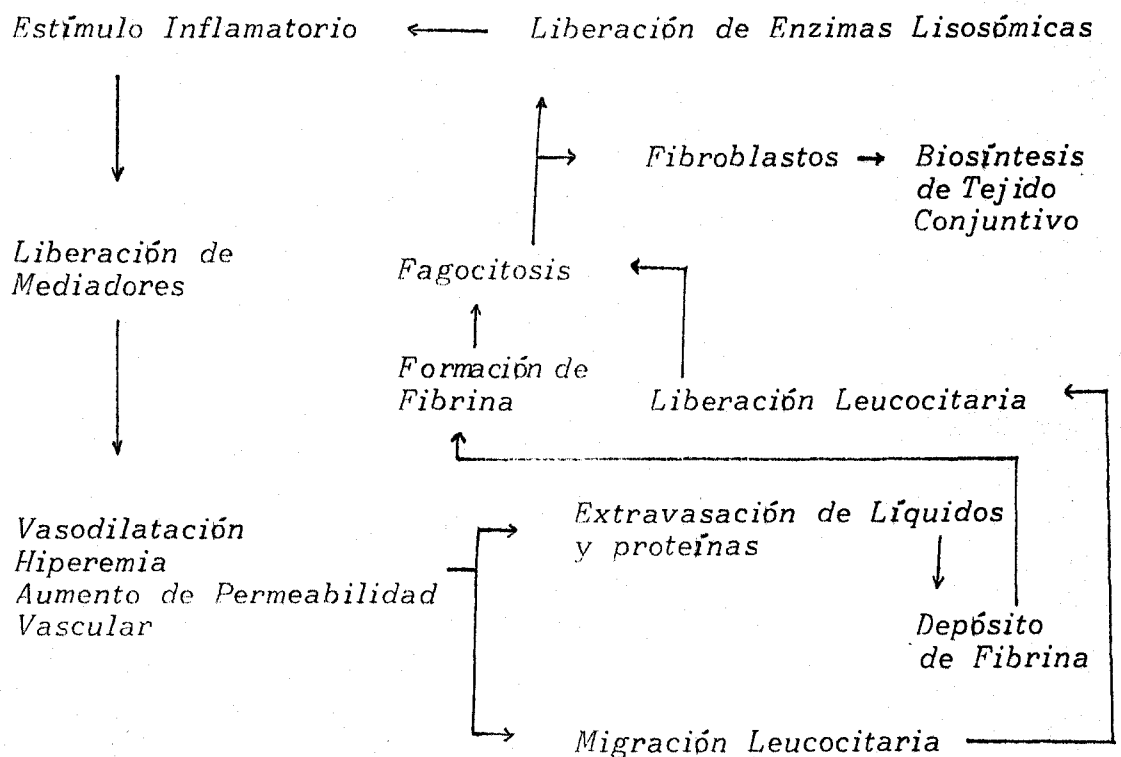
Dinámica de la Inflamación.-

A la luz de las más recientes teorías sobre el fenómeno inflamatorio, en los cuales no se considera el proceso como una acción meramente local, sino que en él se imbrican todos los componentes del complejo inmunológico, a la luz de las cuales pueden comprenderse los mecanismos de acción de los distintos fármacos antiinflamatorios, actuando a muy diversos niveles en la secuencia de dicho proceso, no totalmente aclarado en la actualidad de todas sus fases y con frecuentes imbricaciones de mecanismos de autorregulación causa-efecto, como por ejemplo, el aumento de la actividad proteolítica, causa de liberación de histamina, kininas y otras aminas, es capaz de desencadenar un proceso inflamatorio "per se". Del mismo modo estos mediadores pueden ser causa y no efecto, actuando sobre las membranas lisosómicas y liberando enzimas proteolíticos, que siendo efecto de los mecanismos anteriores, desencadenan a su vez nuevos mecanismos generadores de un nuevo proceso inflamatorio. Esto que puede parecer sencillo, se complica mucho más cuando se aplican mecanismos inmunológicos del tipo de autoagre-

si3n es, autodestrucci3n de sustancias propias, creeci3ndose ant3genos frente a las mismas, y mucho m3s frente a los productos resultantes de la degradaci3n metab3lica, consecuencia de reacciones ant3geno-anticuerpo, una vez que se ha cumplido el mecanismo lisos3mico y enzim3tico, cuya misi3n es la destrucci3n de part3culas o estructuras extrañas a las c3lulas, pero que una vez puesto en marcha desencadenan la formaci3n de autoanticuerpos que prolongan y mantienen activo el proceso inflamatorio cronific3ndolo.

Ante una imbricaci3n de tantos factores distintos, se hace precisa una sistematizaci3n en la secuencia del proceso, que en general podemos dividir en tres estadios sucesivos. En una primera fase, se producen liberaciones de sustancias, a los que hemos ya denominado mediadores de la inflamaci3n, que son responsables de mucho de los fen3menos visibles y cl3sicamente descritos por los autores cl3sicos. Tales como la vasodilataci3n perif3rica localizada, la hiperemia local y el aumento en la permeabilidad vascular. Otro estadio, estar3a representado por la histiot3xia desencadenada por la presencia de sustancias extrañas, a veces los propios mediadores qu3micos, otros productos habitualmente intraceloulares y restos qu3micos derivados de las reacciones antig3nicas ya efectuados en el estadio anterior y que todos ellos desencadenan una infiltraci3n celular especialmente linfocitaria como estandarte de los mecanismos inmunol3gicos y polimorfonucleares encargados de la fagocitosis, pero que una gran parte, tambi3n colabora en el fen3meno de la infiltraci3n celular a nivel del foco inflamatorio consecuencia de los anteriores mecanismos y como 3ltimo estadio a nivel local del proceso inflamatorio, citamos la proliferaci3n celular que ya es en realidad la 3ltima fase y el inicio del proceso reparador de la

lesión en la cual también interviene la lisis de la fibrina que asociada al incremento previo de la permeabilidad capilar facilita la reabsorción de los exudados⁸³.



Cuadro 1 (resumen esquema del proceso inflamatorio)

Modelos Experimentales.-

Conocemos una serie de técnicas con las que podemos producir el fenómeno inflamatorio ya sea agudo, subagudo o crónico su carácter. Nosotros en el tema que nos ocupa utilizaremos y describiremos la carragenina más ampliamente en la parte correspondiente a este tema aunque a continuación hagamos de forma esquemática en los modelos experimentales así como las técnicas conocidas.

Modelos experimentales de carácter agudo. Para producir la inflamación de carácter agudo, destacamos las técnicas químicas mediante la administración de sustancias irritantes. Son de destacar en este campo el edema a la carragenina, al formol y a la levadura de cerveza. Entre las técnicas físicas, mediante la aplicación de estímulos mecánicos, destacamos el edema por traumatismo y el eritema por rayos ultravioletas. Modelos en órganos aislados. Se basan en la inhibición específica o de la prostaglandin sinteasa en útero de ratas embarazadas.

Modelos experimentales de carácter subagudo. En este modelo se describen varias modalidades siendo destacable, por su mayor prestigio la formación del granuloma experimental y su inhibición por la sustancia que utilizemos y que describiremos con más detalle a lo largo de este trabajo. Los tipos de granuloma experimental utilizado, previa implantación en el tejido subcutáneo son los siguientes:

Granuloma de Carragenina

Granuloma al Algodón

Bolsa granulomatosa

Granuloma por trozos de guata

Modelos experimentales de carácter crónico. En este modelo se intenta realizar una inflamación lo más parecida posible a artropatías, como sucede con la poliartritis experimental por el coadyuvante de Freund, se destacan anticuerpos circulantes y lesiones histopatológicas de las articulaciones afectadas que presentan parecido con cuadros

de poliartritis de la clínica humana. Entre las técnicas utilizadas destacamos:

Poliartritis por mycoplasma

Artritis por mycobacterium

Poliartritis po coadyuvante de Freund

Inyección de Fibrina

Por último, de forma esquemática exponemos la clasificación según la duración del proceso, que es en realidad la que nos interesa en este caso. Según Robbins⁸⁴, la inflamación puede ser muy breve con reacción inmediata o persistir meses o años sin que entre ellas exista una línea divisoria, pudiendo pasar de una fase a otra.

Aguda. Como veíamos anteriormente en esta fase dominan las alteraciones vasculares y exudativas, predominando leucocitos polimorfonucleares aunque puede haber también macrófagos y linfocitos. Clínicamente destaca el calor, tumefacción, dolor y pérdida de función.

Crónica. Es la debida al persistir el agente irritante. Aquí predomina la reacción proliferativa, cuyas características ya describimos.

Subaguda. Significa un grado intermedio entre las formas aguda y crónica. Posee elementos de la inflamación aguda, como reacción vascular exudativa modificados por proliferación de fibroglastos en filtración de eosinófilos y células inflamatorias mononucleares de la fase crónica.

FORMAS DE TRATAMIENTO DE LA INFLAMACION.-

1.- Tratamiento farmacológico.-

Tratamiento inespecífico. El consumo de productos es el resultado de una terapéutica inespecífica o sintomática de la inflamación o del dolor, de forma que la industria farmacéutica se ha orientado en los últimos años en la síntesis de nuevos productos del grupo de analgésicos antiinflamatorios cada vez más eficaces y menos perjudiciales.

A) Analgésicos puros: unos actúan en el lugar de la producción del dolor por la supresión de los mediadores de la inflamación y otros a nivel central. La acción de estos fármacos es rápida, por eso en ciertas inflamaciones suele ser decepcionante. El grupo de fármacos que a continuación vamos a describir, los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos se comportan como analgésicos puros a dosis bajas como vemos en el cuadro 2 o en tomas aisladas. La aspirina es un analgésico potente a dosis de 4 gr. o inferiores, de ahí su gran consumo mundial. No es conveniente el uso de estos medicamentos indicados en el cuadro 3 como narcóticos, en enfermedades crónicas pues su empleo motivaría adicción a las mismas.

Analgésicos
que actúan
sobre receptores
periféricos

Analgésicos de
acción central

Agentes cuyo lugar
de acción es dudoso

Aspirina y restantes antiinflamatorios no esteroideos
Paracetamol

Propoxifeno
Codeína
Oxicodona
Pentazocina
Meperidina

Nefopam
Metotrimepricina
Hidroxicina

Cuadro 2.- Antiinflamatorios no esteroideos (AINE).

FARMACOS	DOSIS (mg) POR COMPRIMIDO	DOSIS USUALES (mg)
<i>Aspirinas y afines</i>		
Aspirina	500	superior a 4.000 mg.
Polioxialuminio acetilsalicílico	600	" "
Benorilato	1.000	" "
Acetilsalicilato de lisina	500-1.000	" "
Acido acetilsalicílico	500	1.500-2.500
Diflunisal	250	500-1.000
<i>Pirazolonas</i>		
Fenilbutazon	100-200	200-300
Azapropazona	300	600-1.800
Feprazona	200	400-600
<i>Indometacina y afines</i>		
Indometacina	25	75-150
Sulindac	100-200	200-400
Tolmetin	200	400-600
<i>Derivados del ácido propiónico</i>		
Ibuprofeno	400	1.200-2.400
Naproxeno	250	500-750
Fenoprofeno	300-600	900-1.800
Flurbiprofeno	50-100	150-200
Cetoprofeno	50	150-200
Fenbufeno	300	600-1.200
<i>Derivados del oxicam</i>		
Piroxicam	10-20	10-40
<i>Fenamatos</i>		
Acido mefenámico	250	1.500-2.000
Acido flufenámico	200	600-800
Acido niflúmico	250	750-1.000
<i>Derivados del ácido fenilacético</i>		
Alcofenac	500	2.000-3.000
Diclofenac	25-50	100-200
Fenclofenac	300	900-1.200

B) Analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINE). Como decíamos anteriormente, dependiendo de la dosis se comportan como analgésicos o antiinflamatorios, estos fármacos, no sólo mejoran el dolor, sino que también reducen la rigidez matutina, utilizándolos en determinadas enfermedades como la artritis reumatoidea o la rigidez después del reposo en otras afecciones, así como reduciendo el aumento de temperatura articular y tumefacción. El mecanismo de acción de estos fármacos aún es desconocido, aunque exista gran número de hipótesis establecidas. Las propiedades comunes a este grupo son en grado variable, el ser débilmente ácido y la capacidad de inhibir mediadores químicos de la inflamación, tales como las prostaglandinas. Individualmente estudiadas, los derivados del ácido propiónico presentan muy buenas propiedades antiinflamatorias y con igual poder analgésico que la aspirina. Aunque los AINE presentan acciones colaterales digestivas, cutáneas, hematológicas, y del sistema nervioso central, en general son bien tolerados. En el cuadro 2, hacemos una clasificación general de los AINE, comparando las dosis por comprimido y la dosis más usual expresada en mg.

C) Corticosteroides. Estos fármacos tienen unas indicaciones muy precisas en las enfermedades sistémicas del tejido conjuntivo que debido al abuso en la prescripción se ha convertido en un fármaco peligroso, ya que se utilizan en enfermos que no lo precisan, teniendo en cuenta que sólo es un remedio sintomático al disminuir la inflamación. Entre las acciones secundarias destacamos, los cuadros semejantes al síndrome de Cushing con los signos conocidos de cara de luna, cuello de búfalo, obesidad, atrofas musculares, etc. Este cuadro de hipercorticismismo se acompaña de una inhibición funcional del eje hipofisopararrenal. También se ve afectado el equilibrio hidroelectrolítico con retención de sodio y pérdida de potasio. Disminuyen la tolerancia del organismo para los

hidratos de carbono con tendencia al aumento del nivel de glucosa en sangre. Otras complicaciones son alteraciones mentales, digestivas, menstruales, tendencia a hemorragias y accidentes tromboembólicos, aumento del catabolismo proteico, osteoporosis, cefaleas, vértigos, etc. Por todo esto, estos fármacos deberían ser utilizados exclusivamente en aquellos pacientes cuya enfermedad es de evolución progresiva a pesar del programa básico y del tratamiento de fondo y sintomáticos adecuados, así como en las manifestaciones extraarticulares importantes como la vasculitis o pleuritis. La dosis habitual oscila entre medio y un comprimido y medio de predmisona ó 6-metil-prednisona administrados en una toma única en el desayuno.

D) Orgoteína. Se trata de un superóxido dismutasa de cobre y zinc, los resultados aún experimentales obtenidos son esperanzadores como inflamatorio, habiéndose comprobado su falta de toxicidad, debiendo ser administrado por vía parenteral.

E) Fármacos de acción mediata.

a) Sales de oro. Se utiliza principalmente en la artritis reumatoidea desde 1.929. Aunque es desconocido su mecanismo de acción, se sabe que produce una estabilización de los lisosomas. En la actualidad se administra aurotiomalato disódico en inyectables que contienen un 48% de oro metal, semanalmente por vía intramuscular 24 o 48 mg. hasta un total de 600 mg., si la respuesta es favorable se continúa quincenalmente con inyecciones de 24-48 mg. durante años. Las sales de oro suprimen las lesiones inflamatorias, aunque sólo surte efecto en el 50% de los casos tratados sin contar con el número elevado de manifestaciones tóxicas sobre todo dermatológicas y hemáticas.

b) Penicilamina. Es un aminoácido con un grupo sulfhidrilo (tiol) acti-

vo en el átomo del carbono beta. El mecanismo de acción es desconocido, aunque parece interferir en el proceso íntimo de la enfermedad, produciendo un alivio en un elevado porcentaje de casos. El tratamiento consiste en la administración oral de un comprimido diario de 250 mg. durante dos meses con posibilidades de aumentarlo hasta 500 mg. Como efectos secundarios destacamos fiebre, prurito, erupciones cutáneas, náuseas y leucopenia, por este último efecto, conviene vigilar el hemograma cada 15 días en el segundo y tercer mes, después cada mes.

c) Cloroquina e hidroxiclороquina. Las investigaciones han demostrado que los antipalúdicos de síntesis tienen una acción parecida a las sales de oro aunque, con menos efectos secundarios. Aún no se han establecido si se debe utilizar cuando fracasa la terapia con sales de oro o administrar estos fármacos como primer medicamento en el caso de la artritis reumatoidea por ser en esta enfermedad donde más se ha investigado. La dosis diaria es de 6 mg./Kg./día de hidroxiclороquina y de 4 mg./Kg./día para la cloroquina por vía oral en comprimidos en una sola toma en la cena. Las acciones secundarias típicas son las alteraciones gastrointestinales y pigmentarias así como la ototoxicidad y manifestaciones oculares que pueden llegar incluso a una lesión permanente de la visión.

d) Inmunorreguladores. No existe una clara orientación respecto al uso de estos fármacos pues su decisión es siempre compleja, teniendo en cuenta las acciones tóxicas de ellos, entre las que resaltamos la lesión hepática del metotrexato y azatioprina, la azoospermia que produce el clorambucid, la toxicidad vesical de la ciclofosfamida, etc. Aunque se han seleccionado enfermedades susceptibles de estos tratamientos como son: la granulomatosis de Wegener (ciclofosfamida, clorambucid) artritis reumatoidea (ciclofosfamida, azatioprina), psoriasis y artritis psoriásicas (metotrexato), dermatomiositis (azatioprina) y enfermedad de Paget

(mitramicina). Aunque algunos, aún en fases experimentales, los avances en el campo de la inmunología e inmunofarmacología, abren nuevas expectativas (ciclosporina, timulina y anticuerpos monoclonales) potenciando los linfocitos supresores o transportando agentes terapéuticos al foco inflamatorio.

F) Otros fármacos y métodos terapéuticos. Daprona, sulfasalacina y la plasmaféresis, cuya eficacia está aún por precisar, la benzobromarona a dosis de 100 mg/día por comprimido, medicamentos que interfieren la producción de ácido úrico en el organismo. Inhibidores enzimáticos (alopurinol).

G) Tratamientos locales. La administración intraarticular de corticoides, donde el efecto antiinflamatorio se produce rápidamente en un período de 48 horas y puede durar varios meses. La sinoviortesis o sinoviolisis radioisotópica, persigue la destrucción de la sinovial inflamada mediante irradiaciones con partículas coloidales de farmacos beta emisores, con resultados terapéuticos prolongados y con muy escasos efectos secundarios⁸⁵.

2.- Tratamientos por agentes físicos.

Al igual como hacemos con cualquier agente terapéutico, antes de indicar una agente físico debemos conocer el diagnóstico y la situación del enfermo tan exactamente como nos sea posible. Referente al diagnóstico, deberemos tener una idea bastante próxima de si estamos ante una enfermedad inflamatoria, aguda o crónica degenerativa, etc. Respecto a la situación del enfermo mediante una exploración física identificamos que estructuras son las causantes y otras circunstancias

que se den en cada caso. Conocido esto, el buen resultado consiste en unificar las terapias físicas, farmacológicas y en ocasiones la quirúrgica, cuyos tres pilares constituyen la base del tratamiento integral. La mayoría de los agente fisioterápicos solo pueden emplearse en centros bien dotados, pero otros pueden usarse muy facilmente, con eficacia, incluso en casa del enfermo, las cuales enumeramos en el siguiente cuadro 4. Si el resultado de su aplicación o la evolución de la enfermedad fuesen negativas podría pasar a un Centro de rehabilitación, cuadro 5.

Cuadro 4

INDICACIONES DE LOS AGENTES FISICOS DE POSIBLE USO DOMICILIARIO EN LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES REUMATICAS

AFECCIONES MEDIOS FISICOS	REPOSO	EJERCICIOS	TRACCION	CALOR	FRIO LOCAL	BAÑOS CALIENTES	BAÑOS DE CONTRASTE	PERULAS	CORSES	COLLARIN	BASTONES
	ABSOLUTO RELATIVO		M.M.L.E. VERTEBRAL								
ARTRITIS	±	++	±	++	(±)	++	±	++	-	±	+
REUMATOIDE	+++	++	-	++	(±)	++	±	++	-	±	+
ESFONDILITIS	- (-)	+++	±	+++	(±)	+++	-	+	(±)	(±)	±
ANQUILOSANTE	++	++	-	-	(±)	-	-	-	(±)	(±)	±
GOOTA AGUDA	+++ (±)	-	-	-	++	-	-	±	-	(±)	+
OSTEOPOROSIS IDIOPATICA	-	+++	-	+++	-	+++	-	-	(±)	-	+
CERVICOARTROSIS	±	+	+++	+++	-	+	-	-	-	±	-
NEUR. CERV. BRAO.	±	-	±	++	-	+	-	-	-	+++	-
DORSALGIAS MECANICAS	±	++	±	++	±	++	-	-	±	(±)	-
LUMBALGIAS MECANICAS	±	++	±	++	(±)	++	-	-	+	-	(±)
CIATICA	+++	±	(±)	++	-	++	-	-	++	-	±
COXARTROSIS	±	++	±	++	-	++	-	-	-	-	++
CONARTROSIS	±	++	±	++	(±)	++	-	±	-	-	++
TENDINITIS	(±)	±	-	++	±	++	-	±	-	-	(±)
CAPSULITIS RETRACTIL DEL HOMBRO	-	+++	-	+++	-	++	-	-	-	-	-
ALGODISTROFIA SIMPATICO REFLEJA	-	++	-	(±)	(±)	+	+++	(±)	-	-	+

INDICADO MUY BASTANTE ALGO POSIBLE/OCASIONALMENTE MUY EXCEPCIONALMENTE
CONTRAINDICADO +++ ++ + ± (±) (±)

Cuadro 5.- Indicaciones de envío de un enfermo reumático a un Centro de rehabilitación.

Pacientes con cualquier enfermedad en la que se den:

Limitaciones articulares severas, múltiples o progresivas.

Déficit musculares importantes o progresivos.

Deformidades poco reductibles o progresivas.

Limitaciones funcionales para A.V.D.

Parálisis o pérdidas de sensibilidades.

Dolor no dominado por otros procedimientos.

Resultados insatisfactorios con tratamientos de primera fila.

Intento de evitar o dilatar posible indicación quirúrgica.

Intento de complementar resultados de cirugía.

A) Agentes físicos mecánicos.

a) **Reposo.** Dependiendo de que la afectación sea más aguda o sobreaguda el reposo será más prolongado y general, independientemente de sus localizaciones y etiologías. Será absoluto en las fases agudas o caso graves con complicaciones y relativo en períodos subagudos, deberá realizarse en actitud funcional y modificando frecuentemente la posición de las extremidades. El reposo no es sinónimo de inactividad, debiendo haber un equilibrio entre el reposo y el ejercicio muscular y evitar la prolongada sedentación para evitar las deformidades y la anquilosis. el reposo nocturno debe ser de unas 10 horas más una hora suplementaria después de la comida.

La cama deberá ser firme, que no se hunda por el peso del cuerpo, para lo cual se puede colocar una tabla entre el colchón

y somier de 1-2 cm. de grosor y a todo lo largo y ancho de la cama, la almohada baja resulta ser más ortopédica y colocándose bajo la cabeza y no en otros niveles sobre todo en cervicalgias para evitar la propulsión anterior de la cabeza y región dorsal. Sobre los pies puede colocarse un soporte o jaula para evitar la acción del peso de la ropa en estos y originar un equino.

El objetivo de este agente físico sería reducir la inflamación y el dolor, preservar la función articular y su integridad al desgravar su carga, prevenir las deformidades y posiciones viciosas.

b) Ejercicios.- Los ejercicios se basan en el principio "reposo-movimiento", porque cualquier clase de reposo deberá convinarse con el programa elemental de ejercicios adecuados para evitar la atrofia a veces irreversible del aparato locomotor cuando no se mueve. A continuación describimos estos ejercicios según los casos agudos, subagudos o crónicos. Aunque como factor común de ellos será la instauración del ejercicio precozmente así como continuada y lenta su realización para evitar dolor inflamación o cansancio añadidos. Deberá valorarse la amplitud de la movilidad articular y estado de la musculatura en aquellas articulaciones sanas y sobretodo en las afectadas y confeccionar un programa de ejercicios que enseñará al enfermo, los movimientos serán los fisiológicos flexo-extensión y sin sobrecargar las articulaciones traspasando con la actividad el umbral del dolor de cierta intensidad. Según la forma de ejecución de los ejercicios se clasifican en: pasivos, activos isométricos o estáticos, activos isotónicos o dinámicos y activos contrarresistencia. En casos agudos, donde no se pueda mover nada o es muy doloroso, con ejercicios isométricos, en los procesos subagudos, de forma activa por el enfermo, aunque puede ser ayudado para que la articula-

ción afecta recorra el mayor arco posible de movimiento en varias direcciones unas cuantas veces al día. Y en afecciones crónicas muy poco inflamatorias, además de lo antes recomendado, puede convenir fortalecer una musculatura hipotrófica como por ejemplo el cuádriceps, y se harán ejercicios contra resistencia progresivos.

c) Tracción. Indicada principalmente contra un flexum paciente de cadera y/o rodillas y en afecciones mecánico-degenerativas cervicales. Resulta un tratamiento poco costoso, que puede realizarse en casa del enfermo sin necesidad de desplazamientos. Esta técnica consiste en instalar un par de poleas sencillas con un barbuquejo y pesas de 1-2 kilos realizando el paciente sesiones de 5-10 minutos, 1-2 veces al día hasta conseguir la mejoría deseable.

d) Masajoterapia. Destacamos los masajes cuatáneos, que tienden a mejorar el edema intersticial al comienzo de la instauración del éste, masajes profundos sobre masas musculares, siempre con maniobras indoloras que conservan y mejoran el trofismo tisular, así como el masaje de despegamiento de zonas musculares, aponeuróticas y tendinosas que tienen como objeto restituir los planos de deslizamiento y mejorar las fibrosis y retracciones musculares y por último los masajes circulatorios desde regiones distales a la raíz de las extremidades, que favorecen el drenaje venoso y linfático.

e) Manipulaciones. La medicina manual consiste en hacer manipulaciones de las articulaciones y columna vertebral, una técnica que parte de la medicina hipocrática y que ha estado durante muchos años en manos de los curanderos, pero que ahora, fundamentalmente los médicos franceses e ingleses la están estudiando a un nivel más científico y convirtiéndola en una auténtica especialidad con rango universitario en varios países. La técnica básica es " poner una articulación a tensión y en ese momento imprimir un movimiento ". Puede resolver un problema me-

canismo inflamatorio reaccional que comienza a ceder cuando arreglamos esa cuestión mecánica produciendo una mejoría inmediata. Su aplicación sobre todo en el dolor de espalda, ofrece unos grandes resultados siendo indicaciones a este nivel casi todas las cefaleas, mareos, cuadros de tortícolis, rigidez cervical, lumbalgias, ciáticas y lumbociáticas. Entre sus indicaciones aparte de las citadas vertebrales, destacamos el hombro doloroso, el codo de tenis, tendinitis de muñeca, poliartritis de cadera, esguinces recidivantes de tobillo, etc.

B) Agentes térmicos.-

a) *Calor.* Las principales utilidades son el alivio del dolor y la relajación muscular. Pude emplearse permanentemente aunque no en procesos inflamatorios agudos. Se aconseja aplicarlo durante 20-30 minutos varias veces al día en las zonas más dolorosas. Existen varias formas de aplicación:

Calor húmedo: baños de agua caliente, de remolino, de parafina y fomentos calientes.

Calor seco: rayos infrarrojos, microondas, diatermia y ultrasonidos.

Métodos caseros: manta eléctrica, bolsa de agua caliente, baños y duchas.

Como contraindicaciones tiene todas las artritis y poliartritis agudas.

b) *Frío.* Aplicado localmente tiene efectos analgésicos, antiinflamatorios y sedante. Sus formas de aplicación: hielo solo, masajes con hielo, inmersiones en agua helada, compresas empapadas en agua salada y enfriada, compresas de hielo, aplicaciones de nieve carbónica y compresas con bolsitas de gel enfriado. La aplicación de frío, a pesar de ser un método vasoconstrictor, disminuye la transmisión de estímulos nociceptivos y mejora las condiciones neurovasculares.

El frío supera en ventajas al calor, como pueden ser las siguientes: mayor efecto sedante, mayor alivio del dolor, menos esfuerzo cardiocirculatorio, menos contraindicaciones y una técnica menos complicada.

c) Así mismo los cambios de temperatura con aplicaciones de frío-calor sucesivos y contractados se utilizan con objeto de estimular una mejor vasomotricidad. En el dolor agudo de forma local utilizamos compresas frías y compresas de calor húmedo, y de forma general los baños calientes. En el dolor crónico, localmente se aplica el calor seco, barro medicinales, onda corta, ultrasonidos e infrarrojo y de aplicación general los baños calientes. En el cuadro 7 podemos ver las indicaciones de estos.

C) Hidrológico.-

a) Aprovechando las propiedades químicas y sobre todo las físicas del agua, como temperatura, empuje hidrostático, resistencia, movimiento y presión. El baño caliente general está indicado en procesos poliarticulares, degenerativos o inflamatorios salvo fases muy intensas de éstas, otra ventaja de este baño, es que es posible realizar ciertos ejercicios facilitados por la desgravación hidrostática. En cuanto a la ducha sobre zonas dolorosas o contracturadas. Los baños de contraste consisten en la introducción alternativa de un miembro en agua caliente de 3-5 minutos y fría 1-2 minutos varias veces seguidas, indicado en algodistrofias simpático-reflejos.

b) Balneoterapia. c) Talasoterapia.

Tanto uno como otro benefician a los enfermos reumáticos, aconsejándose el baño marino con aguas templadas o calientes para afecciones más benignas y el balneario al más afectado. El beneficio de estas terapias son conocidas desde la antigüedad, las termas en

explotación en nuestros días datan de la época de los romanos. Se han comprobado cinetíficamente las modificaciones humorales y bioquímicas después de estos tratamientos, existiendo comunicaciones al respecto sobre el descenso de la velocidad de sedimentación elevada, la normalización de un espectro electroforético alterado e incluso algunos parámetros como son algunas reactantes de fases agudas. El efecto favorable del agua caliente y la composición de la misma en los enfermos con procesos inflamatorios crónicos, hay que añadir el efecto sedante del reposo, del ambiente, las distracciones, etc. que hace por lo general un tratamiento muy deseado por los enfermos que por otro lado gustan repetir durante unos años seguidos.

D) Las ortesis. Son todos los aparatos o dispositivos que ayudan a mantener la postura adecuada de cualquier parte del cuerpo.

a) Distinguimos la férulas cuyos objetivos son prevenir o corregir actitudes viciosas de las articulaciones, aliviar el dolor y proteger los tejidos inflamados. Existen férulas de reposo, que pueden llevarse durante la noche en fases subagudas, férulas de día y férulas seriadas para corregir deformidades residuales, todas ellas durante un tiempo de 2-3 semanas. Deben ser ligeras, cómodas, ajustables, cualidades que se han conseguido mediante la fabricación de éstas con plásticos. Quizás las más comunmente utilizadas y conocidas son las de columna, aunque a este tipo de férulas se denominan collares y fajas.

b) Los collarines. Indicados en afecciones agudas cervicales con o sin compresión medular o en procesos reveldes a otros tratamientos, llevándose durante un tiempo de 4 a 6 semanas. Aunque fáciles de improvisar en casa con cartón forrado y otros materiales, existen en el mercado de tipo fijo, de polietileno con almohadillado de goma espu-

ma en los bordes, con altura regulable o no, hinchables, etc.

c) Cuando el compromiso afecta a la región lumbar y a veces en la dorsal su denominación es la de fajas, de diferentes consistencias y tanto más rígidas cuanto más grave fuera el proceso con la utilización de ballenas posteriores hasta los corsés de armazón de acero, se fabrican cerrados colíndricamente o dejando sólo la mitad o valva posterior que se sostiene con vendaje elástico siendo más cómodo y permite la higiene, pues dependiendo del cuadro patológico se precisa una faja concreta.

d) En pies se indican plantillas de sostén (ante hundimiento idiopático o inflamatorio de los arcos, con pisos blandos), las cazoletas duras en retropié indicadas en niños con valgus importantes.

e) Para los miembros superiores e inferiores las férulas de yeso proporcionan analgesia, descontracturación y disminución de las inflamaciones. Entre las agudas de marcha se incluyen los andadores con o sin asiento para afecciones importantes, los bastones y por último las sillas de ruedas para casos que el médico estime conveniente.

E) Terapia ocupacional.- Consistente en la realización de una actividad adecuada que ayuda a recuperarse de una afección, efectuando trabajos convenientemente programados de modo individual para mejorar las limitaciones de cada enfermo, además incluye el estudio y mejora, por aditamentos adecuados, de las actividades diarias en un sentido amplio, llegando incluso hasta la reinserción laboral.

F) Magnéticos. Esta terapéutica, tanto general como puntual, proporcionan buenos resultados en diversas patologías, que ya hemos comentado ampliamente en este mismo capítulo en los apartados anteriores y que no repetimos en orden a la simplificación.

a) Aunque de forma esquemática podemos decir que la magnetoterapia general es un método de tratamiento electroterápico que consiste en la aplicación de un campo electromagnético cuya acción terapéutica está basada en los siguientes efectos biológicos: estimula las defensas del organismo, aumenta la actividad del sistema reticuloendotelial, aumenta el flujo sanguíneo periférico, mejora el espasmo de la musculatura lisa y estriada, aumenta la transmisión del sistema nervioso, acción antiinflamatoria, regula el metabolismo celular y estimula su actividad.

Entre sus indicaciones, destacamos: fracturas óseas, luxaciones articulares, distorsiones, contusiones y lesiones musculares, artritis y reumatismos extraarticulares, patología dolorosa secundaria a colagenosis, artrosis, alteraciones circulatorias periféricas, úlceras cutáneas, dermatopatías, cefaleas vasomotoras y tensionales.

b) La magnetoterapia puntual varía, pudiéndose aplicar campos magnéticos puntuales, que con unidades específicas pueden tener una intensidad magnética de hasta 10.000 gauss y con magnetóforos con intensidades variables de 500 a 3.000 gauss.

Entre sus indicaciones citamos: asma bronquial, patología psicósomática, cefaleas, neuralgias, aerofagia, patología venosa distal, arritmias, dismenorreas, artrosis, lumbalgias, obesidad, contusiones, rigideces musculares, dolor agudo y crónico, etc.

G) Los agentes eléctricos. Corrientes de baja, media y alta frecuencia y las sónicas.

a) La onda corta. Este tipo de corriente de alta frecuencia, se caracteriza por tener una longitud de onda de 1 a 30 metros, y se produce

mediante lámpara de tres elementos. Por su alta frecuencia atraviesa toda clase de cuerpos, sean o no conductores, comportándose en aquellos como corriente de desplazamiento.

Propiedades.— La acción antiinflamatoria se produce como consecuencia del aumento de circulación y de leucocitos. Su acción térmica es debida al atravesar estructuras de buena conductibilidad eléctrica, que según la ley de Joule, es cuando se produce más calor. Su acción analgésica y antiespasmódica sobre el sistema nervioso y muscular se produce por disminuir el período de cronoxia en la contracción muscular.

Entre sus indicaciones destacamos, la osteomielitis, artrosis, poliartritis, miositis, bursitis y tendinitis.

b) *Microondas.*— También llamadas ondas radar, es igualmente un tipo de corriente de alta frecuencia, aunque tienen la velocidad de la luz, su longitud de onda es inferior a un metro, pudiéndose propagar a través del vacío, difundir, reflejar, retractar o absorber, dependiendo de la cantidad de microondas reflejadas o absorbidas de las características del material expuesto a estas ondas, así como la frecuencia y poder de densidad del campo. En el organismo, las microondas atraviesan bien la piel y tejido celular subcutáneo, aunque a nivel grasa-músculo se produce una refeulexión alcanzando poca profundidad.

Una vez absorbidas estas ondas se transforman en calor, que pueden ser de alcance limitado en profundidad u homogéneo en planos profundos calentando menos la piel.

La acción fisiológica más importante y base de sus aplica-

ciones es la acción antiinflamatoria. Entre sus indicaciones destacamos todas a aquellas afecciones donde exista un componente inflamatorio en el sistema musculoesquelético y procesos degenerativos como artrosis, artritis, tendinitis, etc., así como como mialgias, radiculopatías por las características analgésicas de este tipo de corriente.

c) *Ultrasonidos.*— Son vibraciones sonoras de una frecuencia superior a 16.000 ciclos por segundo, que corresponden al límite de la audición. A partir de un foco generador, las vibraciones sonoras se propagan a través de la materia como un movimiento ondulatorio a una velocidad determinada, siendo estas vibraciones mecánicas, dilataciones periódicas y compresiones de la materia.

Mecanismos de acción.— Diferenciamos tres factores, térmico, químico y mecánico: en el factor térmico, la energía absorbida por los tejidos se transforman en calor, en el químico, por la acción coloide química, hay transformaciones de geles en sales y modificaciones de la membrana celular, y en el factor mecánico, las vibraciones, los movimientos de vaivén y presión actúan sobre la permeabilidad de la membrana celular, favoreciendo la difusión y mejorando el metabolismo.

Los efectos biológicos son los siguientes: movimiento mecánico dentro de los complejos celulares. Producción de calor que resulta del rozamiento hístico. Efectos químicos por escisión de moléculas largas en cadena, con formación de radicales libres y nitritos. Hiperemia en zonas de capilares por vasodilatación. Incremento del metabolismo intercelular por aumento de la permeabilidad de las membranas celulares.

Efectos terapéuticos. Sus principales acciones son hiperemian-

tes, espasmolíticas y antiinflamatorias. Entre las indicaciones resaltamos la patología del aparato locomotor, tales como anquilosis, artropatías, mialgias, periartritis y tendinopatías.

H) Actinicos.-

Además de las luces visibles del espectro y sus extremos infrarrojos y ultravioleta, destaca el láser, que se viene mostrando como especialmente efectivo en patologías puntuales o de inserción.

a) La radiación ultravioleta.- Esta radiación fue descubierta por Ritter en 1.801 al estudiar la acción fotoquímica (fotólisis del cloruro de plata) que los distintos colores producían sobre el papel fotográfico.

Esta radiación con una longitud de onda de 3.900 \AA , comprende la zona del espectro electromagnético de longitudes de onda inferiores a la más corta de la luz visible, que corresponde al color violeta.

Los aparatos productores de radiación ultravioleta de uso clínico son de dos tipos distintos: aparatos de arco (carbón) y aparatos de lámpara (filamento metálico). Entre ellos se encuentra la lámpara de Kromayer, la de cuarzo frío, de cadmio, de Jesioneck, etc.. Las principales propiedades son: la acción fotoquímica, la fluorescencia y sus efectos fisiológicos locales (eritema y pigmentación) generales y biológicos (acción bactericida). Entre los efectos generales, destacamos su acción antirraquítica. Sobre la sangre, aumenta los glóbulos rojos, hemoglobina y plaquetas, así como la producción de anticuerpos. Sobre el metabolismo, favoreciendo el metabolismo del calcio. Sobre las

glándulas de secreción interna, estimulando la actividad tiroidea.

Este tipo de radiación se utiliza principalmente en rquitismo, tetania, anemias, osteomalacia, afecciones del sistema osteoarticular y en la dermatitis.

b) Rayos infrarrojos.- Esta radiación de color rojo, fue descubierta por Herschel en 1.800 al pasar un termómetro por los distintos colores del espectro, observando como aumentaba la temperatura en una zona lindante con el color rojo. Su longitud de onda está comprendida entre 7.600 y 15.0000 Å.

El efecto fisiológico es el calor local sobre la superficie de la piel que utilizando ciertas lámparas, puede llegar a nivel muscular, produciendo efectos locales y generales, entre los que destacamos el efecto antiinflamatorio, sedante, analgésico antiespasmódico, relajante muscular, así como aumento del metabolismo tisular y elevación de temperatura a nivel de la piel.

Indicaciones.- Afecciones cutáneas (infecciones, quemaduras y foliculitis). Por su acción antiinflamatoria, en todo tipo de afecciones agudas, subagudas y crónicas del aparato locomotor, tales como sinovitis, contusiones, fracturas, artritis y artrosis. En circulatorio citamos la tromboflebitis, tromboangeitis obliterante, enfermedad de Raynaud, así como neuralgias y neuritis debido a su acción sobre la piel del enfermo.

c) Radiación Láser.- Láser significa ampliación de la luz mediante una emisión estimulada de radiación. Se empezó a utilizar con fines médicos terapéuticos en el 1.965 por Sinclair y Knoll.

Esta radiación tiene unas características especiales, pues es monocromático (se emite en una longitud de onda concreta), es coherente por emitirse en el mismo momento, direccional en forma de haz fino y puede tener una gran intensidad. Su longitud de onda es mayor o igual a 760 nanómetros (radiación infrarroja), menor o igual a 380 nm (radiación óptica visible). La potencia en láser la expresamos en mw por ser esta medida la más comunmente utilizada. La energía que se obtiene la expresamos en Julios que es el resultado de aplicar watios x segundo en la fórmula, $\text{energía} = \text{potencia} \times \text{tiempo}$.

Tipos de Láser.— Según el material activo o emisor, distinguimos láseres sólidos, gaseosos, líquidos y semiconductores.

Láseres sólidos.— De rubí, radiación de 694,3 nm (roja). Yag-neodimio: 1.060 nm (infrarrojo). Tungstato de calcio con neodimio o fluoruro de calcio con disprosio.

Láseres de gas.— Son de gran potencia de radiación y alto coeficiente de rendimiento, y distinguimos los siguientes tipos: de átomos neutros He-Ne, 632,8 nm (roja). De átomos ionizados, de argón (luz verde). Moleculares, CO_2 , 10.600 nm (infrarrojo); su emisión puede ser muy potente y su radiación se absorbe muy selectivamente por el agua.

Láseres líquidos.— Se realizan con sustancias colorantes disueltas en alcohol.

Láseres semiconductores.— Emiten generalmente en la gama del infrarrojo, 904 nm. La absorción de la radiación láser, depende de la radiación y de los tejidos. Por parte de la radiación importa su calidad (la ra-

diación infrarroja penetra hasta 3,5-5 cm., la roja hasta a cm.), la intensidad, forma y duración. Por parte de los tejidos, depende del calor, densidad, composición química, etc.

Efectos generales.-

Efecto térmico: elevación de la temperatura local.

Efecto mecánico: presión local. Ondas de choque.

Efecto químico: liberación de autocoides.

Efecto bioeléctrico: reposición de la ionización celular.

Efecto bioenergético: absorción directa de energía a nivel celular, tisular y orgánica con reposición de pérdidas y normalización funcional.

Efectos a nivel celular.- Este tipo de radiación, a dosis pequeñas excita, y a dosis grandes destruye. Los efectos destructivos son: volatilización del agua intracelular con explosión de la célula. Coagulación de la célula con muerte de la misma.

Muerte celular.-

Efectos estimulantes: estimula la producción de ATP y ADP. Estímulo funcional sobre las mitocondrias. Aumento de la síntesis proteica. Modulación de la actividad enzimática. Estimula la multiplicación celular deprimida.

Sobre el medio intercelular puede producir reacciones químicas que modifican su pH. Las células se comunican entre sí por medio de las radiaciones infrarrojas, visibles y ultravioletas⁹⁸.

Entre sus efectos destacamos los producidos a nivel arterial

y capilar que al aumentar la vasodilatación produce un efecto antiflogístico. A nivel de las terminaciones nerviosas la consiguiente acción analgésica. Estimula los procesos inmunitarios con aumento de la producción de anticuerpos. Y al estimular el recambio electrolítico del protoplasma celular acelera los procesos metabólicos.

En términos generales, sus indicaciones principales son:

Afecciones musculoesqueléticas, neuralgias, neuropatías periféricas, lesiones ulcerosas, quemaduras, dermatitis dolorosas y heridas quirúrgicas.

I) Acupuntura, auriculoterapia y auriculomedicina.

a) La acupuntura consiste en la introducción, en determinados puntos de la piel, unas agujas que, o bien se dejan, o bien se estimulan digitalmente o con impulsos eléctricos para conseguir un efecto terapéutico. Este efecto se explica con unas teorías basadas en la neurofisiología, en la bioquímica y en la biofísica, considerando las relaciones de los receptores nerviosos de la piel con el sistema nervioso central.

Es conocida la eficacia de la acupuntura en ciertas reacciones inflamatorias, determinadas algias, su acción en la motricidad, así como su acción sobre los reguladores del sistema vegetativo. Su campo de acción es amplio, extendiéndose a: enfermedades digestivas, respiratorias, circulatorias, genito-urinario, metabólicas, del aparato locomotor, otorrinolaringológicas, del sistema nervioso, así como en ciertas tóxicomanías y alcoholismo. Siendo las principales entre estas, el dolor, los trastornos funcionales del aparato locomotor y determinadas

reacciones inflamatorias.

La auriculoterapia y auriculomedicina, que sinse acupuntura la incluimos en este apartado, siendo sus indicaciones también las enumeradas anteriormente.

b) La auriculoterapia es una técnica descubierta por el Dr. Nogier, el que la define como un método que sirve para tratar dolores y trastornos funcionales del organismo, mediante la estimulación conveniente del pabellón de la oreja.

c) La auriculomedicina consiste en diagnosticar las enfermedades, interpretando correctamente el reflejo auriculo-cardíaco, que refleja la respuesta del sistema nervioso central a las preguntas que le hacemos a través de estímulos en piel, permitiéndonos establecer un pronóstico y orientar un tratamiento.

Estas técnicas, sólo se ven empañadas por el descrédito por el mal uso en manos a veces inexpertas y desconocedores de la ciencia médica que persiguen sólo fines lucrativos.

J) En la actualidad se estudian técnicas físicas como leucoforesis (eliminación selectivas de células implicadas en la inflamación o la respuesta inmune), plasmaferesis, irradiación linfática local y la irradiación corporal total. Lo más probable es que cada una de estas técnicas esté indicada en estadios diferentes de distintas enfermedades y no de una forma indiscriminada, por otra parte se necesitan más estudios comparativos que determinen su eficacia⁸³.

3.- Otro grupo terapéutico podrían constituirlo las hierbas con efectos antiinflamatorios, teniendo en cuenta que muchas de ellas constituyen la base de las medicinas. De entre ellas destacamos:

Arnica (flores), *Calendula* (flores y hojas), *Juniperus oxycearum* (hojas), *Taraxacum officinalis* (raíces), *Levandula vera* (Flores y hojas), *Verbascum thapsus* (flores y hojas), *Phaseolus vulgaris*, *Levisiticum officinalis*, *Linum esitotissimum* (semillas), *Cetraria islandica* (toda la planta), *Althaea officinalis*, *Solidago virga aurea*, *Anthemis nobilis*.

4.- Tratamiento quirúrgico.-

Aquí también y de forma espectacular, ha evolucionado en los últimos años en favor de nuevas técnicas sobre todo de prótesis que permiten este tratamiento en aquellos pacientes afectos de procesos inflamatorios; entre la que destaca la artroplastia.

El buen resultado terapéutico consiste en unificar estas terapéuticas físicas, farmacológicas y en ocasiones la quirúrgica.

INFLAMACIONES EXPERIMENTALES, TIPOS Y AGENTES DESENCADENANTES EMPLEADOS.-

Existen muchas ocasiones en las cuales interesa producir por parte del investigador principalmente, el fenómeno inflamatorio, para realizar diversos tipos de estudios experimentales, bien orientados a estudiar los mecanismos, fases o estadios del proceso o las imbricaciones de algún otro factor concreto, o bien, como en nuestro trabajo, para una vez producido el fenómeno inflamatorio comprobar la eficacia terapéutica de medicaciones concretas, sometidas a estudio por ser de recientes síntesis o por realizar estudios de eficacia terapéutica comparativos con productos ya conocidos ampliamente.

Otras veces lo que pretende el investigador es encontrar el producto terapéutico más idóneo para el tratamiento de procesos concretos en función de la etiología del mismo o bien de la localización anatómica en la que se localiza comprobando la mejor eficacia, penetración en el foco inflamatorio, tiempo de resolución del problema, y en todos los casos comprobar la existencia o no de efectos secundarios o contraindicaciones del producto que se está estudiando. Generalmente estos trabajos de carácter experimental requieren el establecimiento de varios grupos de control, que den fiabilidad al método para cubrir el mayor número posible de variables que pueden coincidir dentro de un problema concreto, evitando la existencia de variables que queden independientes y no contempladas en el trabajo experimental.

Existen un gran número de técnicas, muchas de ellas ya homologadas internacionalmente ya por el uso, para producir el fenómeno

inflamatorio. Entre ellas cada investigador escogerá un modelo u otro en función del trabajo que pretenda realizar, ya que existen técnicas que reproducen procesos inflamatorios de distintos tipos, bien de carácter agudo, subagudo o crónico y de distintas localizaciones en función de la orientación que el trabajo pretenda. Vamos a desechar este último aspecto que presenta un menor interés para dedicarnos brevemente a estudiar cuales son los distintos tipos de técnicas generadoras de procesos inflamatorios, en función de su agudeza o cronicidad. Un hecho que debemos destacar desde el comienzo es que este tipo de inflamaciones experimentales no pueden ser extrapolados a la clínica con criterios de exactitud matemática, pero como hemos dicho son de indudable utilidad para, como en nuestro caso, comprobar y valorar el poder antiinflamatorio de distintos fármacos o terapéuticas, que luego pueden ser utilizadas en la clínica diaria.

En primer lugar vamos a hacer una revisión de las distintas técnicas que producen procesos inflamatorios de carácter agudo. El fundamento de todas ellas es la producción de este proceso como respuesta del organismo ante la administración de una sustancia irritante. Sin embargo la forma y día de administración de estas sustancias son variables para cada caso y propias muchas veces para cada tipo de estímulo. Dentro de este apartado hemos de destacar, en primer lugar, por ser más ampliamente difundido entre los investigadores el modelo de inflamación aguda o edema desencadenado por la carragenina^{86,87}. A este producto, por ser el que en nuestra investigación hemos empleado, dedicaremos un amplio comentario dentro de este mismo capítulo, ya que nos interesa, puesto que vamos a utilizarlo, conocer esta sustancia con todo detalle.

Otras sustancias también empleadas en la producción de procesos inflamatorios de carácter agudo en los laboratorios de investigación⁸³ es el empleo del formol y de la levadura de cerveza, suspensiones de croton, cacahuets dentro del terreno de las sustancias químicas. También hay una serie de estímulos de carácter físico o mecánico que son capaces de desencadenar fenómenos inflamatorios de carácter agudo. Entre ellos los más utilizados en el campo experimental son los edemas causados por los traumatismos controlados y el eritema por rayos ultravioletas. Existen modelos ya muy específicos orientados a desencadenar procesos inflamatorios agudos en órganos muy concretos como por ejemplo los basados de modo fundamental en la inhibición específica de la prostaglandín sin tetasa en útero de ratas embarazadas.

Tal vez la técnica que más habitualmente se usa en la valoración del efecto terapéutico de medicaciones antiinflamatorias, y que nosotros tampoco hemos desechado nuestro trabajo, pues como veremos hemos utilizado un proceder de carácter mixto, sea el desencadenar procesos inflamatorios experimentales de carácter subagudo. En estos modelos experimentales lo que se pretende es la formación de un granuloma reactivo experimental de tipo inflamatorio, sobre el cual se utilizarán generalmente las terapias inflamatorias cuya eficacia pretende probarse. Los tipos más habitualmente utilizados de granuloma experimental son: el granuloma al algodón, las bolsas granulomatosas, los granulomas de carragenina⁸⁷ y los granulomas desencadenados por cuerpos extraños como trozos de guata implantados en el tejido celular subcutáneo del animal de experimentación⁸³.

En otras ocasiones el investigador pretende crear modelos experimentales de tipo inflamatorio de carácter crónico, pues con ello

pretenden simular ciertas patologías humanas de carácter crónico como las artropatías inflamatorias humanas; y en algunas técnicas de experimentación, tal como sucede en la poliartritis experimental por el coadyuvante de Freund, se detectan anticuerpos circulantes y lesiones histopatológicas de las articulaciones afectadas que presentan cierta similitud con el cuadro de la poliartritis de la clínica humana. Son varios los sistemas o modelos experimentales con los cuales se producen estas inflamaciones crónicas entre los cuales mencionaremos principalmente las poliartritis por coadyuvante de Freund, artritis por inyección de fibrina⁸³.

Como habíamos dicho anteriormente dedicaremos lo que resta de espacio hasta terminar este capítulo a hacer un comentario más extenso acerca del producto base que nosotros hemos utilizado junto con el algodón, para desencadenar nuestro modelo experimental de proceso inflamatorio básico, sobre el cual hemos comprobado los efectos antiinflamatorios de la magnetoterapia puntual, es decir, la carragenina.

Carragenina.— Esta sustancia es un extracto acuoso y desecado de un alga, también llamada musgo de Irlanda por los autores en la literatura francesa e hispanoamericana. En realidad se obtiene de un alga roja, el *Chondrus crispus* de la clase *Rhodophyceae* y denominada por los autores anglosajones alga de carragheen o alga de Irlanda debido a que clásicamente se obtenía por ser su hábitat habitual en las costas del Atlántico Norte, en Noruega, costa de Massachusetts y Bretaña, pero muy particularmente de las costas del Oeste de Irlanda, donde desde hace muchos años se ha traído del mar e industrializada su preparación. Hasta el punto del que ha tomado el nombre de una ciudad costera del Oeste de Irlanda llamada Carragheen⁸⁸, punto a partir del cual

se comercializaba.

Estas algas crecen sobre rocas justo a nivel de la marea baja y están cubiertas por unos 4 a 6 metros de agua en la marea alta. En Irlanda se efectúa la recolección durante el Otoño, y en América durante el Verano. Los recolectores zarpan en pequeñas embarcaciones cuando aproximadamente es media bajamar y después de desprender una carga de algas de las rocas por medio de rastrillos, regresan con ellas a media pleamar. Este material recién extraído es esparcido para su desecación sobre la playa durante varias semanas en las cuales son periódicamente remojadas con agua de mar. Posteriormente se traslada para su más completa desecación a cobertizos y ulteriormente es empaquetada en balas de unos 100 kg. de peso.

Este alga fresco tiene un color que varía entre el rojo purpúreo y el castaño purpúreo, pero una vez blanqueada, su color es blanco-amarillento, traslúcido y córneo. Está constituido por los talos completos, ramificados dicotómicamente, de 5 a 15 cm. de longitud y de formas variables, algunos talos tienen forma de abanicos y otros forma de cinta. Muchas muestras de *Chondrus* contienen grandes cantidades de un alga muy relacionadas con ellas, la *Gigartina mamillosa*. Esta impureza es oficialmente admitida por muchas farmacopeas⁸⁹. En algunas zonas con al Sur de Boston, se puede recolectar el *Chondrus crispus* casi puro mientras que otras, al Norte de esta ciudad por ejemplo, la especie está siempre asociada a la *Gigartina mamillosa*. Estas algas pueden distinguirse entre ellas por sus grandes cistocarpos del *Chondrus* son ovales, de unos 2 mm. de longitud y hundidos en el talo, mientras que en la *Gigartina pistillata*, tienen forma de clavo y son de unos 2-5 mm. de longitud. Esta última especie es rara en la costa

Británica y su presencia suele indicar que su origen es francés, de las costas de Bretaña.

El musgo de Irlanda está a veces recubierto por una materia calcánea, que da efervescencia con ácido clorhídrico. La droga posee un olor ligero y un sabor mucilaginoso y salino cuando se encuentra en estos grados de baja pureza, con un color amarillo parduzco. Una vez purificada se presenta de un color blanco amarillento en forma de fino polvo, habiendo perdido un 12% de su peso, al desecarse⁹⁰ es inodora, insípida y que tan solo deja una sensación mucilaginosa en la lengua.

Todas las carrageninas se hidratan, por ser polvo desecado, rápidamente, pero sólo la lambda carragenina, que luego estudiaremos, y las carrageninas sódicas se disuelven completamente. En agua fría las carrageninas mixtas se disuelven lentamente, alrededor de un 47%, mientras que en agua en ebullición lo hacen en un 75%. La decocción al 5% forma una jalea al enfriarse. Una solución fría al 0,3%, no precipita con solución de ácido tánico, lo que las diferencia de las gelatinas, ni da color azulado con el iodo, lo que las diferencia de las féculas. Vamos a estudiar a continuación detenidamente la composición química de esta sustancia ya que va a representar una parte importante de nuestro trabajo, para explicarnos así mecanismos a través de los cuales son capaces de desencadenar procesos inflamatorios inespecíficos locales al colocar subcutáneamente en los animales de experimentación.

Los componentes del musgo de Irlanda nos recuerdan en principio a las del agar. Están presentes al menos cinco polisacáridos complejos llamados carrageninas. Algunos de ellos son poligalactosas sulfa-

tadas, con abundantes radicales reactivos, diferenciándose en esto del agar pues tienen un mayor contenido en sulfatos y cenizas, así como rico en sales halógenas y que según Schulzen⁸⁹ explicaría su reactividad. Químicamente la carragenina mixta es una mezcla de amonio, Ca y sales sódicas y potásicas de dos polisacáridos principales, la K-carragenina, que contiene D-galactosa (3,6-anhidro-D-galactosa), estando las exosas alternativamente ligadas a los alfa 1,3 y beta-1,4 polimeros⁹¹ y de grupos de esteres sulfatados, y la lambda-carragenina la cual contiene principalmente esteres mono y disulfato de D-galactosa. Ambas pueden ser separadas selectivamente por precipitación de la K-carragenina mediante la adición de iones K, y que no es hidrolizada ni degradada de otro modo⁹⁰.

Los tres principales tipos de polimeros presentes son la K-carragenina, la I-carragenina y la lambda-carragenina, que difieren entre sí en su composición y en la manera en que se ligan a unidades monoméricas así como en el grado de sulfatación⁹¹. La K-carragenina y la I-carragenina es una fracción no gelatinosa. Ambas fracciones pueden ser separadas del producto mixto mediante la adición de las sales potásicas del ácido clorhídrico. Las carrageninas separadas mediante desecado pueden separarse los monoy dilicéridos hasta en un 5% mientras que por procedimientos químicos pueden separarse hasta en un 85%⁹¹.

La solubilidad de la mezcla de carragenina es de 1 en 100 partes de agua a 85° C formando una solución viscosa ligeramente opalescente que es concretamente la que nosotros hemos utilizado en nuestro trabajo, por ser la más utilizada por casi todos los autores. Pueden incrementarse estas concentraciones y obtenerse mayores dispersiones

del producto cuando previamente se mezclan en alcohol o glicerol, alcanzándose concentraciones superiores, ya al 2% incrementa la solución su viscosidad en el 5% dicha viscosidad se ve afectada además por la presencia de Ca^{++} y K^{+} iónicas^{90,92}.

La carragenina degradada químicamente no posee su carácter viscoso y gelatinoso y utiliza como tratamiento para las úlceras pépticas y la colitis ulcerosa⁹⁰, pero este tipo de presentación no nos interesa en el momento actual ya que es una forma farmacológica de empleo químico que nos aleja de nuestra orientación en el empleo de la misma. Es precisamente la utilización como inductor de procesos inflamatorios en el aspecto que a nosotros nos interesa del producto y que está admitido como tal en numerosas publicaciones farmacológicas⁹⁰ en el que se ha usado como pantalla de pruebas frente a casi todos los agentes antiinflamatorios que en los últimos años se han ido comercializando, principalmente debido a que así se hizo desde los primeros estudios farmacológicos del antiinflamatorio, y los siguientes trabajos, siempre han procurado obtener la homologación con aquellos, tentación que no hemos podido resistir en nuestro caso y que nos han inducido a utilizar este mismo agente irritante como generador de inflamación, contra la cual pretendemos demostrar el efecto antiinflamatorio de la magnetoterapia de modo que nuestra terapia física pueda quedar homologada internacionalmente y comprobar sus efectos con los agentes químicos antiinflamatorios más comúnmente empleados.

A parte de los usos anteriormente citados la carragenina se usa en la industria alimenticia como emulsionante, suspensión y agentes gelatinosos, por ser además un producto que admite muy bajos

límites de colonización bacteriana⁹² con lo cual el riesgo de infección farmacológica o alimentaria es muy escaso siendo sistemáticamente negativas las colonizaciones de salmonellas y escheridia coli. Otros usos del musgo de Irlanda es el empleo del mismo como emulgente para el aceite de hígado de bacalao así como otros aceites y entre sus numerosos usos técnicos están la manufactura de cosméticos y helados.

Existen una serie de productos relacionados con la carragenina como las extraídas de la *Gigartina stellata* que se ha investigado en Gran Bretaña como fuente para obtener agar, y más importante comercial, farmacológicamente es el "Danagar"⁸⁹ o agar danés que es una galactana sulfatada procedente de otra alga roja, la *Furcellaria fastigiata* familia de las furceláceas que abundan en el mar Báltico y de la que se extraen unas 1.000 toneladas anuales de agar danés. Pero dejemos estos aspectos que escapan al interés de nuestro trabajo ya que estas algas marinas presentan unas 120 especies de las cuales ya hemos comentado las que nos afectan en nuestro estudio.

- CAPITULO 3 -

MATERIAL Y METODO

3-1-1 ANIMALES EMPLEADOS EN EL ESTUDIO.-

Para la realización de este estudio experimental hemos utilizado 50 ratas adultas de raza Wistar de ambos sexos (50% machos y 50% hembras). El peso medio de estos animales fue de $188 \pm 43,415$ gr. En su totalidad pertenecían al criadero del Servicio de Animales de Investigación de la Facultad de Medicina de Sevilla que dirige el Dr. en Veterinaria Don Rafael Fernández Alvarez, en cuyos quirófanos experimentales hemos realizado la mayor parte de este trabajo.

Las ratas, durante todo el tiempo que ha durado este trabajo en su hábitat habitual, en locales a una temperatura de 21° C con una humedad relativa del aire de 45-65%. Se mantuvo para estos animales un ritmo circadiano de luz-oscuridad natural. La alimentación de todo el conjunto de ratas tanto antes como después del acto quirúrgico, que estudiaremos, fue la habitual para este tipo de roedores dictaminado por el Jefe del Servicio y fabricados por una firma comercial de garantía y específica para esta especie, ingiriendo agua "ad libitum".

3-1-2 MATERIAL EMPLEADO COMO GENERADOR DE LA INFLAMACION.-

En nuestro trabajo después de haber estudiado los diferentes agentes desencadenantes de procesos inflamatorios inespecíficos que hemos comentado en el capítulo anterior, hemos decidido emplear para este fin la solución de carragenina al 1%.

Además del algodón estéril que de por sí sabemos que tiene un efecto generador del proceso inflamatorio de carácter subagudo con formación de granulomas. En este sentido, y no deseando dejar sin estudiar el efecto de este cuerpo extraño que comportándose como agente inespecífico irritante, con los anteriores efectos reactivos por parte del organismo, es por lo que veremos a la hora de establecer los grupos de trabajo, dedicamos un lote de animales al estudio del efecto inflamatorio de esta sustancia aislada, implantándose subcutáneamente.

Con vista a producir un mayor edema inflamatorio y una acentuación de los procesos de defensa por parte del organismo animal para dar lugar a un mayor y más intenso granuloma inflamatorio es por lo que decidimos añadir para cada caso estudiado 0,1 ml de solución al 1% de carragenina. Como veremos en el análisis de la metodología seguida dicha solución, empapada en los conglomerados de algodón hubo de ser desecadas para eliminar el peso del agua de la solución, dejando al ser implantada en el organismo tan solo la sustancia activa de la carragenina.

Este proceder en gran parte estuvo condicionado por la eliminación de peso superfluo que podría inducir a error, ya que el

estudio final consistía en el pesaje del granuloma inflatorio y de él, convenía eliminar el componente acuoso empleado en la solución, de manera que todo el edema detectado al final fuese debido al proceso inflamatorio.

Otro hecho que nos ha decidido a emplear la solución de carragenina ha sido el poder de homologar nuestro trabajo con otras publicaciones experimentales en las cuales suele ser esta sustancia más comunmente empleada por los autores para producir el proceso inflamatorio que ulteriormente será tratado y estudiado.^{86,93,87,94}

La carragenina se ha usado como pantalla de pruebas frente a casi todos los agentes antiinflamatorios, que en los últimos años se han ido comercializando⁹⁰ principalmente debido a que así se hizo desde los primeros estudios farmacológicos de antiinflamatorios, y que los siguientes trabajos siempre han procurado obtener la homologación con aquellos, tentación que nos hemos podido resistir en nuestro caso y que nos ha inducido a utilizar este mismo agente irritante como generador de inflamación contra lo cual pretendemos demostrar el efecto antiinflamatorio de la magnetoterapia de modo que nuestra terapia física pueda quedar homologada internacionalmente y comparar sus efectos con los agentes químicos antiinflamatorios más comunmente empleados..

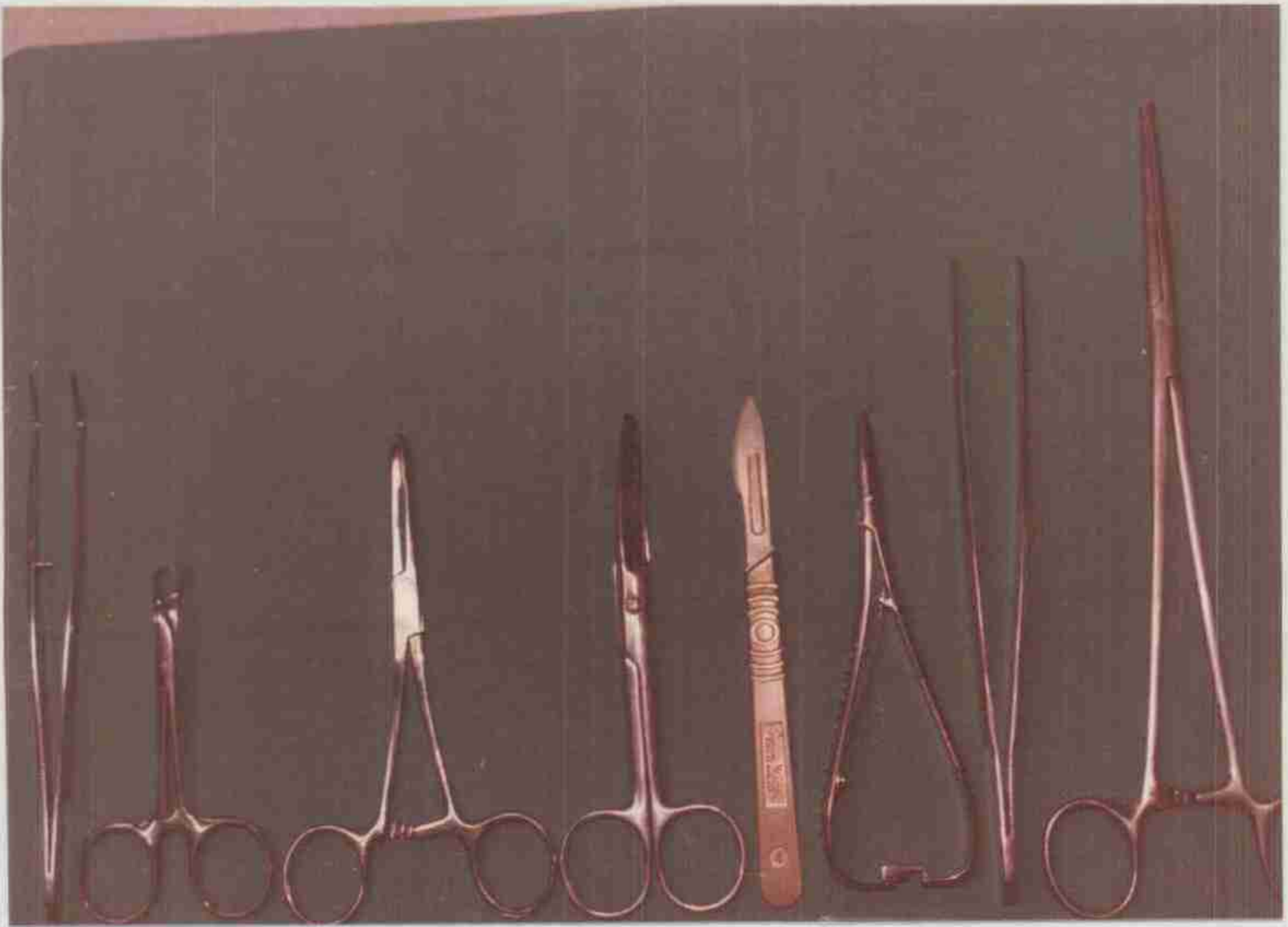
3-1-3 MATERIAL OPERATORIO EMPLEADO.

Como vemos en la adjunta fotografía, presentada en la figuras 10,11 el material que hemos empleado, tanto para la intervención quirúrgica sobre las ratas, la colocación de los magnetoforos, como los ulteriores controles periódicos y el sacrificio de las mismas para la extracción de granuloma inflamatorio no es excesivo.

En primer lugar empleabamos unas pinzas planas para la inmovilización del animal. Durante el proceso operatorio utilizabamos practicamente el material quirúrgico habitual, siempre esterilizado y consistente en: pinzas de disección no dentadas, pinzas de disección dentadas de los tipos Kocher y Pean y tipo mosquito, tijeras quirúrgicas de punta fina y curva, bisturí de hojas recambiables, pinza porta agujas para realizar la sutura e hilo de sutura esteril de seda trenzada nº 3/0 con aguja TB/15 incorporada, guantes de cirugía de un solo uso, gasas esteriles y paños de campo esteriles.

El sacrificio de estos animales se realizó en campana hermética de cristal con sobresaturación de eter etílico puro.

Inmediatamente después del sacrificio del animal se extraía quirurgicamente y manteniendo las citadas medidas de asepsia, el granuloma inflamatorio que era depositado en un recipiente esteril y hermeticamente cerrado para que evitando su desecación ser estudiado su peso exacto.

*Fig. 10**Fig. 11*

3-1-4 MATERIAL TERAPEUTICO EMPLEADO: MAGNETOFOROS.-

Después de haber colocado subcutáneamente las sustancias irritativas ya citadas, que iban a dar lugar por parte del organismo del animal a una clásica respuesta de carácter inflamatorio con la formación de un granuloma, a un grupo de estos animales se les implantó sobre la piel una vez suturada, el medio terapéutico cuyo efecto antiinflamatorio pretendíamos demostrar, en nuestro caso un magnetóforo o portador dispensador de energía magnética. Esta es la sistemática habitualmente empleada en la bibliografía consultada^{45, 46} para probar y evaluar el efecto antiinflamatorio de los distintos productos químicos que en este sentido se han ido sintetizando. La única diferencia es que en nuestro trabajo el antiinflamatorio que íbamos a usar no era una sustancia química, sino una terapéutica física, concretamente el efecto de la magnetoterapia como antiinflamatorio en general.

El magnetóforo que hemos utilizado es un imán convencional polarizado en sus caras diferenciadas Norte y Sur y que técnicamente representado podemos apreciar en la figura 12 adjunta realizada con sistema diédrico, con expresión de sus medidas exactas y su morfología y que puede servirnos para seguir la descripción del mismo. Se trata de un cilindro achatado, de bases convexas y que no presenta bordes ni aristas. No es arbitraria esta forma, sino que se trata de un diseño estudiado funcionalmente, para la mejor utilización de energía magnética permitiendo la focalización de las líneas de fuerza del campo magnético.

Las dimensiones de los magnetóforos utilizados son las si-

guientes, y que podemos seguir gráficamente en la antes citada figura 12. El diámetro del disco magnético es de 5.2 ml. Su altura total es de 2.5 ml. y el radio de convexidad en sus caras es de 6.5 ml. Como vemos con estas medidas presenta una morfología que recuerda a una lente biconvexa, como podemos ver en la fotografía del mismo presentada en la figura 13, donde además podemos apreciar su tamaño, al haber colocado junto a él una regla graduado en mm.

El magnetóforo lo hemos colocado en todos los animales adherido a la piel mediante un esparadrapo circular de 22 mm. de diámetro, para asegurar su estabilidad posicional sobre el punto deseado donde pueda ejercer su acción terapéutica. Para facilitar la adherencia de dicho esparadrapo tuvimos la precaución de previamente afeitar el pelo en esta área, con lo cual quedaron asegurados durante los 8 días que duró la experiencia. En las figuras 14 y 15 podemos apreciar una fotografía en la que vemos al magnetóforo adherido ya a la piel del animal de experimentación, en su posición correcta con la cara Sur del mismo en contacto con la piel, sobre la zona en que habían sido implantados los agentes generadores de la inflamación. Otro hecho beneficioso a favor de los magnetóforos que hemos empleado, es a parte de su pequeño tamaño, el hecho de tener un excaso peso exactamente de 200 mg., lo cual también ayuda a que se mantenga en el lugar deseado, evitando el desplazamiento del mismo. Como podemos ver en las fotografías anteriormente citadas, los magnetóforos empleados, al ser de una aleación acero-níquel, y por tanto inoxidables, tienen una coloración gris metálica oscura. Además, y este es otro factor beneficioso, tienen una capacidad mínima de desencadenar fenómenos reactivos por parte de la piel de animal.

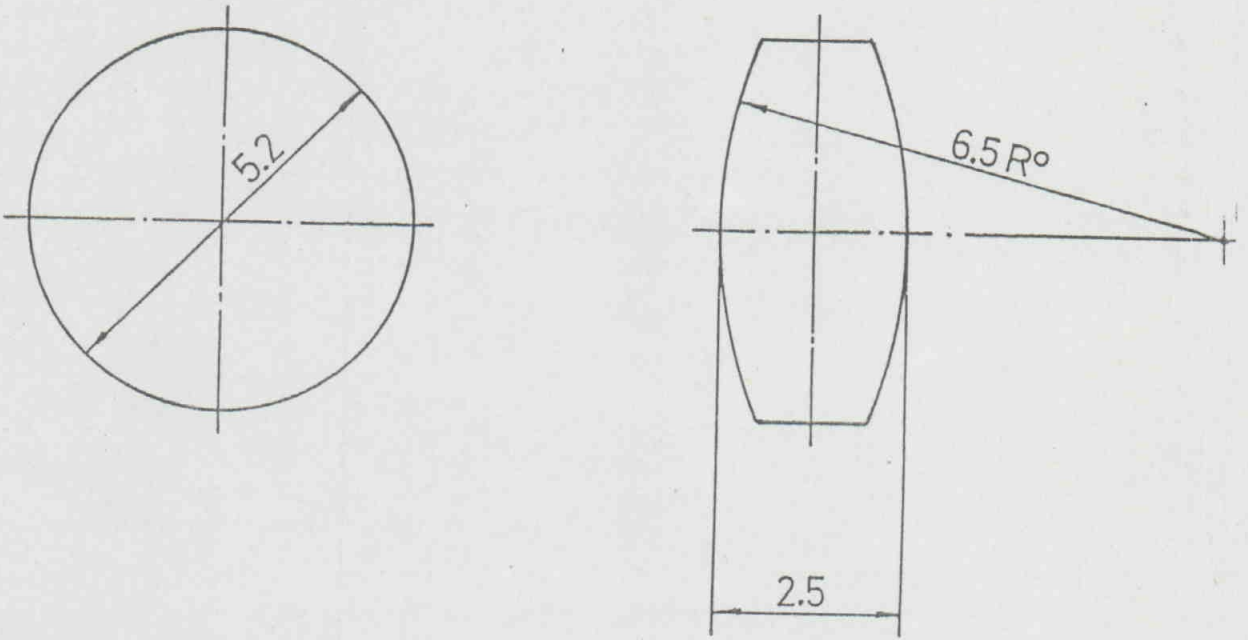


Fig. 12

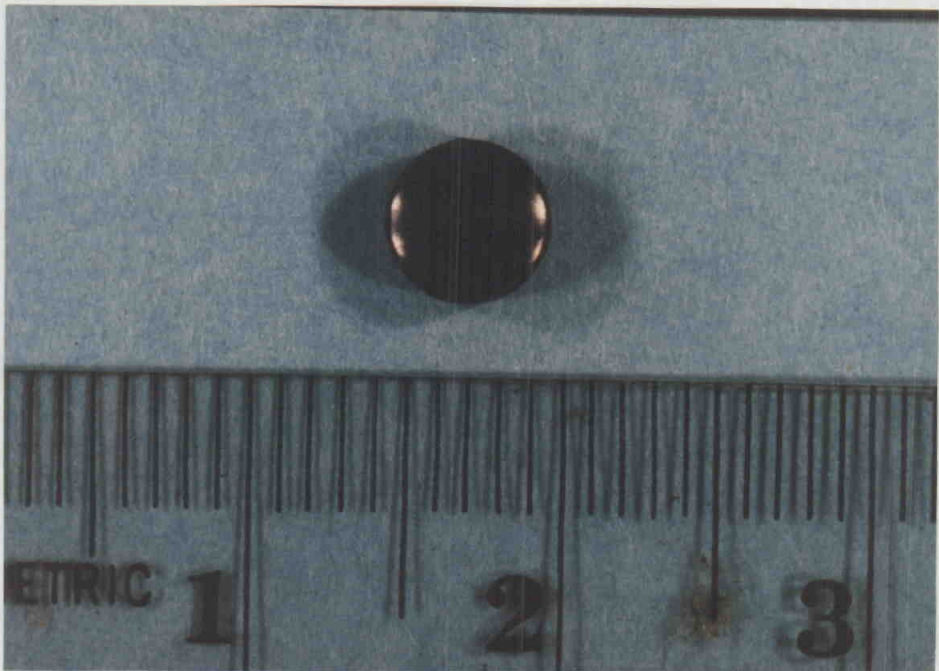


Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

Entre las características de estos imanes hemos de citar la intensidad del campo magnético permanente de los mismos que ha sido de 500 gauss con una pérdida de potencial magnético que reduce su carga a la mitad en dos meses, por lo cual dado que nuestra experiencia duró sólo 8 días, podemos considerar que la intensidad magnética se mantuvo constante durante todo el tiempo en que fueron empleados.

Hemos de resaltar como novedad en este trabajo el hecho de hacer el contacto con la piel del polo Sur del imán ya que este como hemos visto en el capítulo anterior es el que presenta el mayor efecto antiinflamatorio³⁶, además de un efecto ligeramente descontracturante y antiálgico, por lo que fue necesario cambiar la polaridad de cada magnetóforo, ya que habitualmente es la cara Norte la que se suele emplear con fines generales en la clínica. Estos criterios han resultado coincidentes con la mayoría de los autores que han estudiado los efectos de las distintas polarizaciones magnéticas así por ejemplo Barón y Orengo del Hospital de Santa Ana de París³⁷ insisten en el carácter antiinflamatorio, antiedematoso, tonificante muscular, dopaminérgica y claramente antiálgica del polo Sur de los magnetóforos.

3-2-1 ESTABLECIMIENTO DE LOS GRUPOS DE ANIMALES DE EXPERIMENTA-
CION PARA EL ESTUDIO Y CLASIFICACION DE LOS MISMOS.-

Del conjunto total de 50 ratas que hemos utilizado para este trabajo, hicimos desde el comienzo una separación en cinco grupos homogéneos en peso y sexo de 10 animales cada uno y con cada uno de estos grupos se realizó una metódica diferente, sometiéndolo a distintos estudios experimentales, tal como expresamos a continuación:

Grupo 1.- A los animales de este lote se les implantó una bolita de algodón subcutáneamente en la región cervical posterior sin carragenina.

Grupo 2.- A los animales de este lote se les implantó la bolita de algodón impregnada en carragenina en el mismo lugar y con la misma técnica.

Grupo 3.- A las ratas pertenecientes a este grupo se les implantó la bolita de algodón con carragenina igual a los del grupo anterior, pero además se les aplicó un magnetóforo desimantado en el lugar correcto.

Grupo 4.- A estos animales se les implantó la bolita de algodón con carragenina, aplicándoles en el lugar correcto un magnetóforo activo.

Grupo 5.- Se les aplicó la bolita de algodón con carragenina, se les aplicó además un magnetóforo activo, aunque en lugar incorrecto, alejado del foco inflamatorio.

Estas características diferenciadoras de los grupos que hemos establecido, las presentamos en las tablas adjuntas para una más facil visión de las mismas.

En vista de estos grupos establecidos, comprobamos como a todas las ratas incluidas en el estudio se practicó la implantación de la bolita de algodón quirúrgicamente a nivel subcutáneo en la zona posterior de la región cervical, como veremos más adelante en este mismo capítulo. En todos los grupos salvo en el primero que dicha bolita de algodón había sido previamente impregnada con 0.1 ml de solución de carragenina al 1% y posteriormente desecada. Con esta metódica pretendíamos comprobar el efecto generador de un proceso inflamatorio inespecífico reactivo de la solución de carragenina utilizando como control al grupo primero, al cual no se le había puesto esta sustancia impregnada en el algodón.

A los grupos 1 y 2 como hemos dicho se les implantó respectivamente el conglomerado de algodón y este mismo con carragenina, respectivamente pero a ninguno de ellos se les sometió a magnetoterapia. Esta metódica tenía por finalidad el comprobar el efecto antiinflamatorio de esta terapia física utilizando a los grupos 1 y 2 como control de su eficacia.

Con el grupo 5 pretendemos realizar un control de la eficacia del proceder terapéutico para su aplicación y por ello colocamos el magnetóforo activo en un lugar incorrecto alejado del foco inflamatorio, para comprobar que utilizada a distancia el efecto de la magnetoterapia como antiinflamatorio no se hace presente. También este grupo

5 como vemos ha sido un método más de control que en aras a la rigurosidad científica hemos establecido. Finalmente y para comprobar que el efecto antiinflamatorio era debido exactamente al efecto del campo magnético sobre la zona afectada por la inflamación experimental y no a la presencia del núcleo metálico en sí misma es lo que nos llevó a establecer este último sistema de control, colocando en el grupo 3 y en el lugar correcto, un magnetóforo previamente desimantado. Los magnetóforos empleados para los grupos 3, 4 y 5 eran todos exactamente iguales en sus características con la única diferencia de que los aplicados en el lote de ratas nº 3, habían sido previamente desimantados por calentamiento al rojo.

Grupo	Nº Animales	Sustancia Irritante		Magnetoterapia		Lugar de Aplicación		Duración en días de la experiencia
		Algodón	Carragenina	Magnetóforo Activo	Magnetóforo Inactivo	Correcto	Incorrecto	
1	10	+						8
2	10	+	+					8
3	10	+	+		+	+		8
4	10	+	+	+		+		8
5	10	+	+	+			+	8

Cuadro 5 de la metodología a seguir, para establecimiento de los grupos de animales a estudiar.

3-2--2 METODOLOGIA SEGUIDA PARA PRODUCIR EL PROCESO INFLAMATORIO EXPERIMENTAL.-

Como soporte de la sustancia irritante, solución de carragenina al 1% de la cual ya hemos hablado al mismo tiempo que como sustancia inerte, a su vez generadora de procesos inflamatorios. Paralelos hemos empleado pequeños conglomerados de algodón estéril, que como veremos fueron implantados subcutáneamente en los animales de experimentación. Para una mayor fiabilidad estadística ya veremos como hubo animales a los que se les implantó tan solo la partícula de algodón propiamente dicha, mientras que a otros el conglomerado de algodón fue embebido por una solución de carragenina.

Previamente a la iniciación de este capítulo y como material de trabajo en los laboratorios del Departamento de Farmacia Galénica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, y bajo la supervisión de la Dra. en Farmacia D^a María Rosa Jiménez-Castellanos Ballesteros, se prepararon 100 pequeñas esferas o bolitas de algodón, cada una de ellas con un peso exacto de 10 mg. Hemos sido rigurosos en la exactitud del control del peso de este material puesto que los resultados definitivos iban a ser igualmente deducidos en función de los pesos de los granulomas generados. Dada la necesaria exactitud en los pesos hemos utilizado una balanza de precisión para este fin, concretamente la balanza Mettler A E 50.

Una vez fabricados estos conglomerados de algodón se depositaron en placas de Petri y previa impregnación con éter etílico puro,

fueron llevados a esterilizar dadas las necesarias condiciones de asepsia con que había que llevar a cabo todo el proceso. Para la esterilización se mantuvieron dichas bolas de algodón durante 30 minutos a una temperatura de 120°C y posteriormente durante 72 horas a temperatura de 60°C en estufa tipo Selecta, dotada de sistema de calefacción y recirculación de aire de tipo hermético.

Junto a este material y con la misma metódica se esterilizaron todos los materiales empleados para la manipulación posterior del mismo, como pinzas sin dientes y las placas de Petri necesarias para su traslado, aunque previamente estos equipos fueron lavados con soluciones detergentes, enjuagado reiteradas veces con agua destilada y mantenido durante 30 minutos en agua en ebullición.

Paralelamente y al tiempo en que se realizaban estos procedimientos, igualmente se llevó a cabo la esterilización de 100 c.c. de solución de carragenina al 1% que posteriormente íbamos a emplear. Esta esterilización se realizó igualmente con la máxima rigurosidad mediante la técnica de vapor fluyente, consistente en dos ciclos sucesivos de 30 minutos cada uno con un intervalo entre ellos de 24 horas sin presión y con saturación de vapor para evitar la desecación del producto. Se empleó este doble ciclo para realizar una acción bacteriostática y bactericida y cubrir la posibilidad de que tras el primer ciclo hubiesen germinado esporas bacterianas que inexorablemente habrían sido destruidas en el segundo ciclo de esterilización.

Durante las tres horas previas a sacar todo el material estéril anteriormente citado y para la manipulación del mismo, se man-

tuvo en funcionamiento en una cabina estéril por flujo laminar horizontal con lámpara germicida de rayos ultravioletas, para que dicha manipulación se realizara en las máximas condiciones de asepsia.

Una vez alcanzado el grado de esterilización ambiental para este equipo se condujo a dicha cabina el material referido, la carragenina esterilizada así como jeringas, agujas y dos frascos estériles que serían empleados para el almacenamiento del material en nuestro Departamento. Uno de estos recipientes sería para las bolitas de algodón propiamente dichas y el otro para aquellos conglomerados de algodón una vez impregnados con carragenina. En estas condiciones estériles y con las medidas de asepsia oportunas (guantes estériles, etc.) fuimos almacenando hasta un total de 60 bolitas de algodón con 0,1 ml. de carragenina al 1%, valiéndonos de las jeringas citadas. Posteriormente y una vez realizadas las manipulaciones descritas y previa a su almacenamiento definitivo, todo el material de trabajo se mantuvo en estufa a 65° C durante 60 minutos para obtener la desecación de las bolitas de algodón impregnadas de solución de carragenina con la finalidad de evitar el aumento de peso manifiesto que la solución pudiera incrementar sobre el peso previamente establecido y que ya hemos comentado la importancia de este factor anteriormente.

Después de realizar la desecación y nuevamente en la cabina estéril de flujo laminar, se trasladaron las 60 bolitas de algodón impregnadas con carragenina y fueron almacenadas en frascos estériles. Las restantes 40 bolitas de algodón no impregnadas, igualmente se depositaron en otro recipiente estéril para su almacenamiento. como el objetivo de este estudio es el producir un proceso inflamatorio local

causado por la implantación subcutánea de estas bolitas de algodón con la sustancia irritante o sin ella en la zona posterior de la región cervical de los animales de experimentación, tuvimos que ser muy es-
crupulosos y actuar en todo momento con las máximas condiciones de
asepsia y con material esterilizado para asegurarnos de que el proceso
inflamatorio era dependiente de los cuerpos extraños implantados y
nunca secundario a infección del animal por el uso de un material
contaminado o por infección durante el acto quirúrgico que podrían
inducirnos a un importante error metodológico que arrastraríamos duran-
te todo el trabajo artefactándonos los resultados.

La antes citada cabina estéril de flujo laminar horizontal es el modelo AH de la casa Telstar, S.A. que presenta las siguientes características técnicas, y sobre la cual realizamos un esquema técnico: presenta un caudal de aire tratado, previamente filtrado de 1.500 m³/hora, impulsado a una velocidad de 0'5 m/s con filtros terminales de una alta eficacia, del 99'997% sobre partículas de 0'3 micras o superiores, con una autoregulación electrónica del caudal del aire tratado para evitar turbulencias y mantener constante la velocidad de barrido. Las dimensiones útiles en la zona de trabajo: 11'70 X 570 X 700 mm., permitirán la cómoda manipulación de todos los productos en unas circunstancias de absoluta asepsia ya que además la unidad va dotada de una lámpara germicida a rayos ultravioleta de 30 Watios.

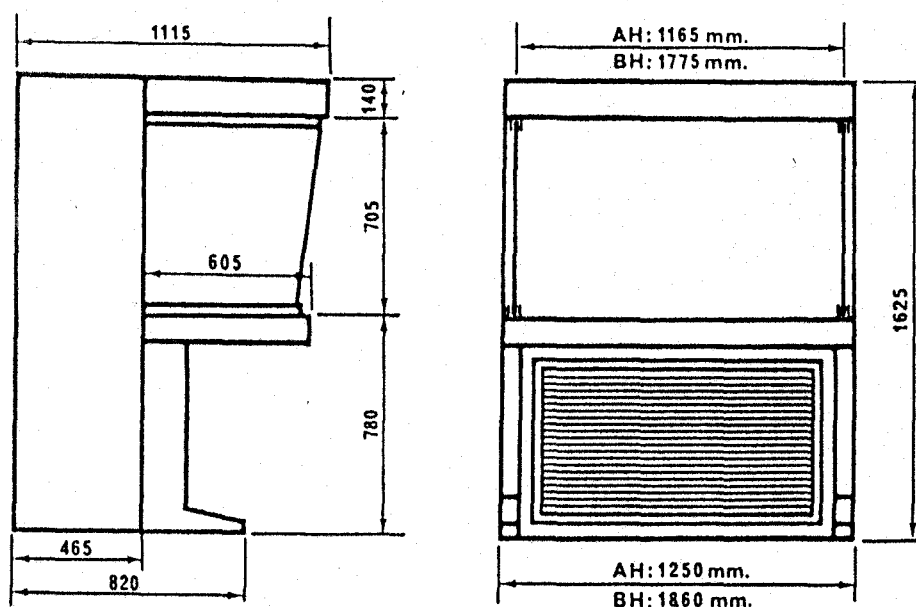


Fig. 16

Teniendo en cuenta que la base de nuestro trabajo será el estudiar el peso de los granulomas en su fase final al cual tendremos que restar el peso inicial de la bolita de algodón para deducir el incremento porcentual de peso debido al proceso inflamatorio, nos resultaba de máximo interés el conocer exactamente el peso de dichos conglomerados de algodón después de ser impregnados con la solución de carragenina y desecados. Por ello como medida de control suplementario realizamos mediante balanza de precisión el control de peso del citado material con lo que obtuvimos los siguientes valores: 0'1 ml. de solución de carragenina al 1% sin desecar pesa 0'1109 gr., una bolita de algodón impregnada en dicha solución y previo a su desecación pesa 0'1209 gr. La misma después de ser sometida a la desecación pesa 0'0112 gr.

En estas condiciones y ya en el Servicio de Animales de Investigación de la Facultad de Medicina de Sevilla y bajo la dirección y supervisión del Dr. en Veterinaria D. Rafael Fernández Alvarez en los quirófanos experimentales de dicho Servicio procedimos a la implantación de las bolitas de algodón propiamente dichas o de las mismas con la carragenina incluida según veremos en los grupos establecidos más adelante a los lotes de ratas seleccionadas para el estudio. Para dicha implantación y previa anestesia intraperitoneal, mediante jeringas de propipropileno, a unas dosis de 10-15 mg. por Kg. de peso lo que supuso una inyección de 0´4-0´6 ml. por rata (en función de su peso).

En todos los casos utilizamos el mismo tipo de agente anestésico, el clorhidrato de ketamina base 50 mg., cloruro de femerol 0´1 mg. en solución acuosa de 1 ml. por ampolla que corresponde comercialmente al producto Ketolar fabricado por los laboratorios Parke-Davis.

Tras la previa inmovilización de las ratas y la anestesia de las mismas como anteriormente hemos detallado y por supuesto con todas las medidas de asepsia quirúrgicas programadas para evitar infecciones secundarias, a cada rata se le afeitó la zona posterior de la región dervical en un área de unos 4 cm² en la cual se realizó una incisión de la piel de un cm. de longitud en esta zona y se les introdujo subcutáneamente las bolitas de algodón que habíamos preparado previamente con o sin sustancias irritantes según veremos en los grupos establecidos en el protocolo de este trabajo, es decir, a las ratas del primer grupo, algodón simplemente y todos los demás grupos

algodón con carragenina. Una vez implantados estos cuerpos extraños se les suturó convenientemente la incisión mediante tres o cuatro puntos de sutura.

En las fotografías adjuntas, figuras 14 y 15 , presentamos gráficamente las distintas fases del proceder quirúrgico sobre los animales intervenidos, que ilustran los conceptos anteriormente comentados.

3-2-3 TECNICA DE COLOCACION DE LOS MAGNETOFOROS.-

Esta aplicación como hemos visto anteriormente, no se realizó en todos los animales sometidos al estudio, sino tan solo en los grupos 3, 4 y 5 de los ya establecidos, aunque con características diferentes en cada uno de ellos. En el grupo 3, que fue utilizado como de control para el efecto magnético del siguiente grupo, previamente a su colocación los magnetóforos tuvieron que ser desmagnetizados. La metódica para desmagnetizar a estos imanes, fue el someterlos a la acción de un calor intenso hasta alcanzar el magnetóforo el estado del rojo, con lo cual se consigue la desorganización molecular característica del estado magnético y de esa forma conseguir que la pieza, manteniendo idénticas todas sus características pierda totalmente la magnetización anterior. Después de estas manipulaciones previas, esta pieza de acero, ya no imantada queda colocada sobre la piel situada inmediatamente encima del lugar donde había sido implantado previamente la bolita de algodón con carragenina y fijado durante los 8 días siguientes, tiempo que duró la implantación mediante un disco de esparadrapo de 22 mm. de diámetro. Durante todo este período de tiempo los animales fueron controlados con vistas a asegurarnos, tanto en los pertenecientes a este grupo como a los dos que citaremos a continuación, de que el material metálico permanecía en lugar correcto.

En los animales pertenecientes al grupo 4, se procedió a la colocación de un magnetóforo activo en la zona descrita para el grupo anterior y con la misma metódica y ulterior vigilancia. En las ratas correspondientes al grupo 5 del estudio, en orden a comprobar

la ineficacia de la magnetoterapia en un lugar incorrecto, se situó el magnetóforo en un lugar alejado del área donde había sido implantado el agente irritante, concretamente en la región dorso-lumbar de la columna vertebral del animal, zona que fue previamente afeitada para asegurar la perfecta adherencia del esparadrapo que fijaba el magnetóforo activo en esta ocasión a la piel de la rata. Las distintas ubicaciones de los magnetóforos podemos apreciarlas en las fotografías presentadas en las figuras 14 y 15.

3-2-4 RECOGIDA DE DATOS.--

Con los distintos criterios metodológicos expresados en el apartado anterior para cada lote de animales y mantenidos durante 8 días en todos los casos durante los cuales los animales fueron diariamente controlados para verificar el no desplazamiento de los magnetóforos aplicados así como probar que el animal no sufría ningún tipo de infección postquirúrgica que nos hubiera artefactado los resultados o que el animal hubiese desprendido el esparadrapo fijador del magnetóforo para eliminar este cuerpo extraño. Como decíamos, pasados ocho días desde la intervención, los animales fueron sacrificados incruentamente mediante la introducción en campana hermética de cristal con sobresaturación de éter etílico puro, con lo que no sufrían deterioro las estructuras que pretendíamos estudiar. Inmediatamente después del sacrificio de los animales se les retiraron los magnetóforos que habían sido aplicados y se les extrajeron quirúrgicamente los granulomas que se habían formado como respuesta por parte del organismo a las sustancias irritantes introducidas. Dichos granulomas los depositamos en recipientes estériles y cerrados para evitar su desecación con la evidente pérdida de peso que induciría a error en los resultados finales. A continuación en cada caso fueron pesados estos granulomas con la misma balanza de precisión que habíamos inicialmente empleado y cuidadosamente anotado el resultado en la ficha individual de cada animal. De esta manera terminamos la recogida y obtención de datos para este estudio.

3-2-5 ESTUDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS, ANALISIS Y TRATAMIENTO DE DE LA INFORMACION.--

Previamente al estudio estadístico realizado a partir del peso de los granulomas, fue necesario estudiar los pesos de estos materiales que habían sido implantados, para poder conocer exactamente qué porcentaje del peso total del granuloma correspondía al proceso inflamatorio desencadenado por el animal y cuánto de ese peso total correspondía a los elementos extraños que le habían sido implantados al animal vivo quirúrgicamente, por ello conociendo el peso de una bolita de algodón se le sumaron el peso de la carragenina que se le había añadido, por supuesto previa desecación de la misma, ya que en estas circunstancias se había realizado la implantación. También a partir de estos datos obtuvimos los resultados de los líquidos que se habían eliminado mediante el proceso de desecación, que no fueron utilizados mas que como comprobación indirecta de la corrección y fiabilidad del método seguido y cuyos resultados presentaremos en el capítulo correspondiente.

A continuación, a partir de las ratas que habían sido registradas en las fichas individuales de cada animal a cerca de los pesos absolutos de los granulomas obtenidos, se procedió por grupos a ir creando las correspondientes tabulaciones de dichos pesos, que presentaremos en el capítulo de resultados y que en los cuales se fueron presentando los pesos de cada individuo, sexo y las fechas en que tuvo lugar su estudio. A partir de estos datos absolutos tabulados, pudo realizarse en el estudio estadístico de las mismas. Calcularse

los valores medios para cada uno de los parámetros medios y obtenerse las desviaciones típicas para cada uno de ellos que nos permitiesen evidenciar objetivamente la homogeneidad de los grupos establecidos en los aspectos zoométricos como el peso y el sexo. Así como la aplicación de aquellos mismos estudios estadísticos a los resultados del peso de los granulomas separados por grupos que nos permitieran comprobar igualmente la homogeneidad en los resultados mediante los estudios de varianza y desviaciones típicas indicándonos la fiabilidad del método que realzan el valor de dichos resultados. Igualmente estos datos absolutos fueron representados gráficamente mediante diagramas de barras e histogramas de frecuencia para deducir si dichos resultados eran representativos para cada uno de los grupos, es decir, si el resultado más frecuente se adaptaba al mayor número posible de individuos de cada grupo, lo que valida igualmente el método empleado.

Establecidos ya los resultados de los pesos de los granulomas generados y previamente tratados estadísticamente como hemos descrito, procedimos a la comparación de los mismos por grupos, contrastando los valores medios obtenidos en cada uno de ellos con los de los demás grupos, en orden a deducir conclusiones válidas significativas. Igualmente estos análisis comparativos se realizaron mediante métodos estadísticos. Igual metodología se empleó posteriormente para la investigación de magnetoterapia que se aplicó en cada animal en función del peso del mismo, deduciéndose la dosis expresada en gauss/gr. de peso del animal y finalmente se investigó la distribución en todos los parámetros de dosis de magnetoterapia, la reducción en el peso de los granulomas y en porcentajes de esta reducción para ver, concretamente dentro del grupo 4. Todos estos análisis se reali-

zaron mediante el empleo de ordenadores y programas estadísticos para el análisis de la información. Se emplearon los ordenadores de la casa Sinclair ZX Spectrum Plus y Apple-2 dotados de impresora en paralelo Admate DP-100 con interfase Centronic, empleando el programa de análisis estadístico y hoja electrónica de cálculo, Stat Data, Stat Enter y Graphics.

- CAPITULO 4 -

RESULTADOS

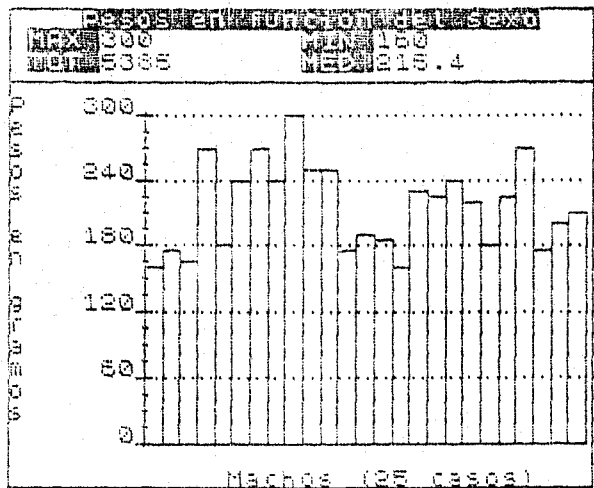
1. El presente informe es el resultado de un estudio de campo realizado en el mes de mayo del 2010, en el cual se han recopilado los datos necesarios para la elaboración del presente informe.

RESULTADOS.

En este capítulo procuraremos ser muy escuetos concretándonos a la aséptica presentación de los distintos resultados obtenidos después de haber sido tratados los datos y valores numéricos estadísticamente, para clarificar la exposición de los mismos. En todos los casos procuraremos que junto al cuadro estadístico-matemático de la información obtenida en el laboratorio, presentar histogramas y representaciones gráficas explicativas. En todo caso procuraremos minimizar los comentarios a los resultados de lo cual nos ocuparemos primordialmente junto al estudio comparativo con otros trabajos en el siguiente capítulo dedicado a La Discusión.

En primer lugar dedicaremos unas páginas para presentar los resultados del análisis de los animales empleados en este estudio. Desde el punto de vista general, pesos, sexos, etc. y posteriormente, pormenorizando los grupos de trabajo que se han constituido tal y como se comentó en el capítulo de Material y Métodos.

Dentro de este apartado presentamos en primer lugar los pesos de las cincuenta Wistar, expresadas en gramos y separadas en función del sexo. Se estudiaron 25 machos y 25 hembras. En las gráficas 17 y 18, veremos el análisis estadístico de dichos pesos en dos grupos distintos, machos y hembras y junto al histograma de representación de estos datos, adjuntamos el análisis de los mismos con expresión de las cifras medias de pesos para ambos pesos, que han sido de $215,4 \pm 40,127$ gr. para el grupo de animales machos y de $161,6 \pm 27,030$ gr. para el grupo de las hembras como vemos



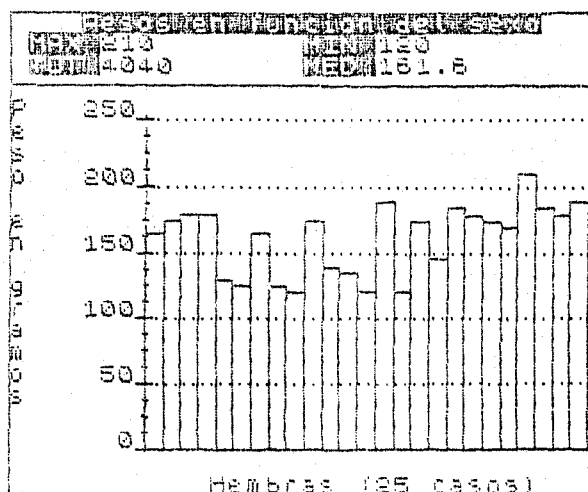
ANALISIS DE GRAFICA

	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	25	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	7.68	0.4

ANALISIS DE DATOS

DATO	VALOR	%	Acm %
1	150	0.007	0.007
2	170	0.008	0.015
3	180	0.008	0.023
4	200	0.008	0.031
5	220	0.008	0.039
6	230	0.008	0.047
7	240	0.008	0.055
8	250	0.008	0.063
9	260	0.008	0.071
10	270	0.008	0.079
11	280	0.008	0.087
12	290	0.008	0.095
13	300	0.008	0.103
14	150	0.008	0.111
15	170	0.008	0.119
16	180	0.008	0.127
17	200	0.008	0.135
18	220	0.008	0.143
19	230	0.008	0.151
20	240	0.008	0.159
21	250	0.008	0.167
22	260	0.008	0.175
23	270	0.008	0.183
24	280	0.008	0.191
25	290	0.008	0.199
TOTAL	5386	100	100
MED	218.4	4	
No. de datos	25		

Fig. 17



ANÁLISIS DE GRÁFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	25	250
INTERVALO	1	12.5
ESCALA	7.55	0.45

ANÁLISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Accm %
1	165	4.208	4.208
2	175	4.333	8.541
3	180	4.455	12.996
4	180	4.455	17.451
5	190	4.706	22.157
6	195	4.827	26.984
7	185	4.580	31.564
8	195	4.827	36.391
9	190	4.706	41.097
10	175	4.333	45.430
11	140	3.465	48.895
12	135	3.344	52.239
13	120	3.000	55.239
14	190	4.706	60.000
15	190	4.706	64.706
16	175	4.333	69.039
17	145	3.617	72.656
18	195	4.827	77.483
19	190	4.706	82.189
20	175	4.333	86.522
21	170	4.208	90.730
22	210	5.192	95.922
23	185	4.580	100.502
24	180	4.455	104.957
25	190	4.706	109.663
TOTAL	4040	100	100
MED	161.6	4	

No. de datos 25

Fig. 18

enen la siguiente tabla de resultados estadísticos.

Cuadro 6

<u>MACHOS</u>		<u>HEMBRAS</u>	
Número de Datos	25	Número de Datos	25
Suma de Datos	5.385	Suma de Datos	4.040
Media	215,4	Media	161,6
Varianza	1.610,25	Varianza	730,666
Desviación Típica	40,127	Desv. Típica	27,030
Coeficiente Variación	0,186	Coef. Variación	0,167
Valor Mínimo	160	Valor mínimo	120
Valor Máximo	300	Valor Máximo	210
Rango	140	Rango	90

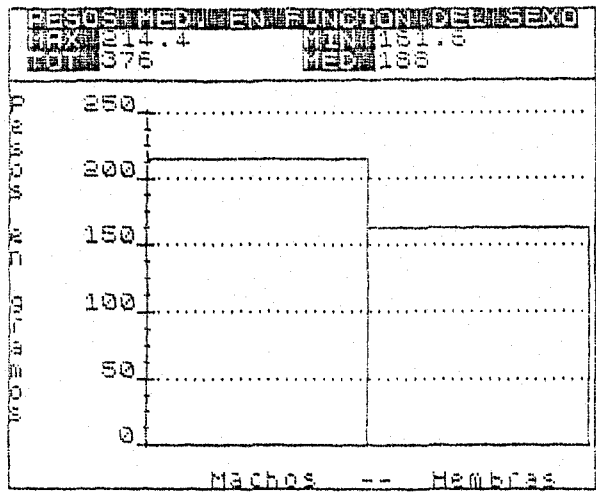
El peso medio del conjunto total de animales, independientemente ya del sexo, ha resultado ser de $188 \pm 43,415$ gr.

El análisis estadístico del conjunto total de animales lo representamos en la siguiente tabla:

Cuadro 7

Pesos de las ratas en total (incluidos todos los grupos):

Número de Datos	50
Suma de Datos	9.425
Media	188
Varianza	184,949
Desviación Típica	43,415
Coef. Variación	0,230
Valor mínimo	120
Valor máximo	300
Rango	180



ANALISIS DE GRAFICA

	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	2	250
INTERVALO	1	12.5
ESCALA	98	0.48

ANALISIS DE DATOS

DATO	VALOR	%	Accm %
1	214.4	57.02	57.02
2	151.6	42.98	100
TOTAL	376	100	100
MED	188	50	

No. de datos 2

Fig. 19

En este gráfico podemos apreciar la representación en forma de histograma de los pesos medios de ambos conjuntos de animales en función del sexo de los mismos, podemos apreciar que el grupo de los machos presenta un peso medio superior al de las hembras, que expresado porcentualmente, equivalen al 57,02% y al 42,98% respectivamente.

Realizando este estudio general, se hizo la distribución de los animales en 5 grupos de 10 elementos lo más homogéneo posible en cuanto al peso y sexo, de modo que el 50% fueran machos y el 50% hembras. Los pesos se homogeneizaron para todos los grupos. Los resultados de esta distribución de los animales de experimentación los representamos en las páginas siguientes pormenorizados por grupos ya establecidos de trabajo.

Veremos para cada uno de estos grupos un histograma de los pesos de los animales junto a un análisis estadístico de las gráficas. Al pie de cada página reseñamos el grupo a los que correspondan los datos y el proyecto de trabajo a realizar con cada uno de ellos. Figuras 20, 21, 22, 23, 24. Al final de estas cinco gráficas, representamos tablas estadísticas de cada uno de estos grupos. Figura

Pesos ratas grupo 1.-

Número de Datos	10
Suma de Datos	1.780
Media	178
Varianza	1.273,33
Desviación Típica	35,6837
Coeficiente Variación	0,20047
Valores Mínimos	130
Valores Máximos	270
Rango	140

Pesos ratas grupo 2.-

<i>Número de Datos</i>	10
<i>Suma de Datos</i>	2.010
<i>Media</i>	201
<i>Varianza</i>	4.454,444
<i>Desviación Típica</i>	66,7416
<i>Coefficiente Variación</i>	0,33204
<i>Valores Mínimos</i>	120
<i>Valores Máximos</i>	300
<i>Rango</i>	180

Pesos ratas grupo 3.-

<i>Número Datos</i>	10
<i>Suma de Datos</i>	1.665
<i>Valor Medio</i>	166,5
<i>Varianza</i>	1.616,9444
<i>Desviación Típica</i>	40,2110
<i>Coefficiente Variación</i> ..	0,241
<i>Valores Mínimos</i>	120
<i>Valores Máximos</i>	250
<i>Rango</i>	130

Pesos ratas grupo 4.-

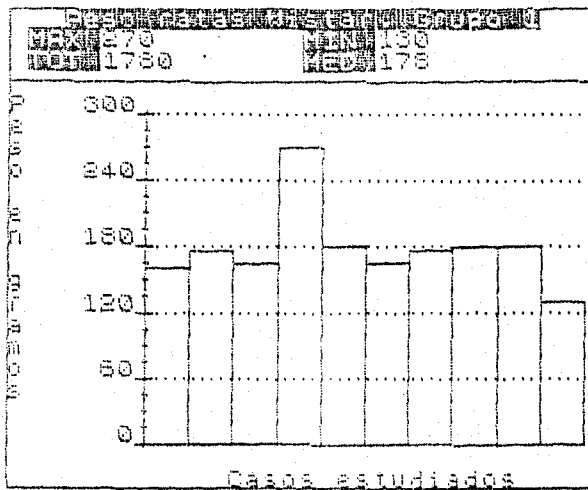
<i>Número Datos</i>	10
<i>Suma de Datos</i>	1.955
<i>Media</i>	195,5
<i>Varianza</i>	958,055
<i>Desviación Típica</i>	30,952

<i>Coeficiente Variación</i>	0,1583
<i>Valor Mínimo</i>	145
<i>Valor Máximo</i>	240
<i>Rango</i>	95

Pesos ratas grupo 5.-

<i>Número de Datos</i>	10
<i>Suma de Datos</i>	2.015
<i>Media</i>	201,5
<i>Varianza</i>	883,611
<i>Desviación Típica</i>	29,725
<i>Coeficiente Variación</i>	0,147
<i>Valor Mínimo</i>	170
<i>Valor Máximo</i>	270
<i>Rango</i>	100

Cuadro 8

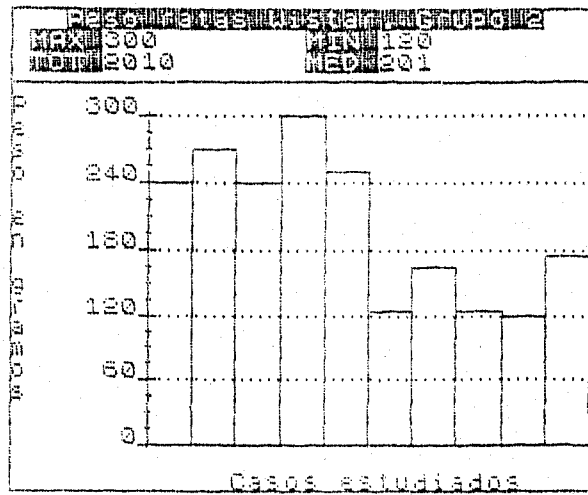


ANÁLISIS DE GRÁFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	19.2	0.4

ANÁLISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Acc %
1	150	8.33	8.33
2	175	9.72	18.06
3	185	10.45	28.51
4	270	15.17	43.68
5	180	10.11	53.79
6	165	9.27	63.06
7	170	9.55	72.61
8	180	10.11	82.72
9	180	10.11	92.83
10	190	10.56	100.00
TOTAL	1780	100	100
MED	178	10	
No. de datos		10	

Fig. 20

Grupo número 1, con el que realizamos implantación subcutánea de una bolita de algodón de 10 mg. de peso.

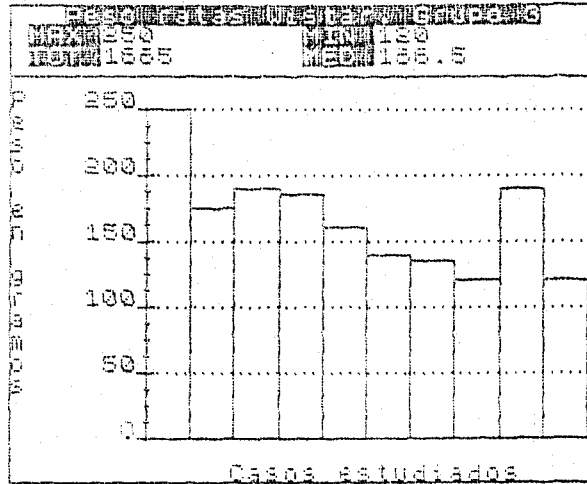


ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	19.2	0.4

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Accm %
1	240	11.04	11.04
2	270	12.43	23.47
3	240	11.04	34.51
4	300	13.60	48.11
5	200	9.09	57.20
6	120	5.45	62.65
7	100	4.55	67.20
8	120	5.45	72.65
9	120	5.45	78.10
10	175	8.01	100.00
TOTAL	2010	100	100
MED	201	10	
No. de datos 10			

Fig. 21

Grupo número 2, en el que realizamos implantación subcutánea de / una bola de algodón de 10 mg. de peso impregnada con 0,1 ml. de solución de carragenina al 1%.



ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	250
INTERVALO	1	12.5
ESCALA	19.2	0.48

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Acc %
1	250	15.00	15.00
2	175	10.91	25.91
3	190	11.41	37.32
4	185	11.11	48.43
5	180	9.51	57.94
6	140	8.41	66.35
7	135	8.11	74.46
8	120	7.21	81.67
9	190	11.41	93.08
10	120	7.21	100.00
TOTAL	1665	100	100
MED	166.5	10	
No. de datos 10			

Fig. 22

Grupo número 3, en el que realizamos implantación subcutánea de un conglomerado de algodón de 10 mg. de peso impregnada con 0,1 ml. de solución de carragenina al 1% pero que además se le aplicó un magnetóforo en lugar correcto pero inactivo.

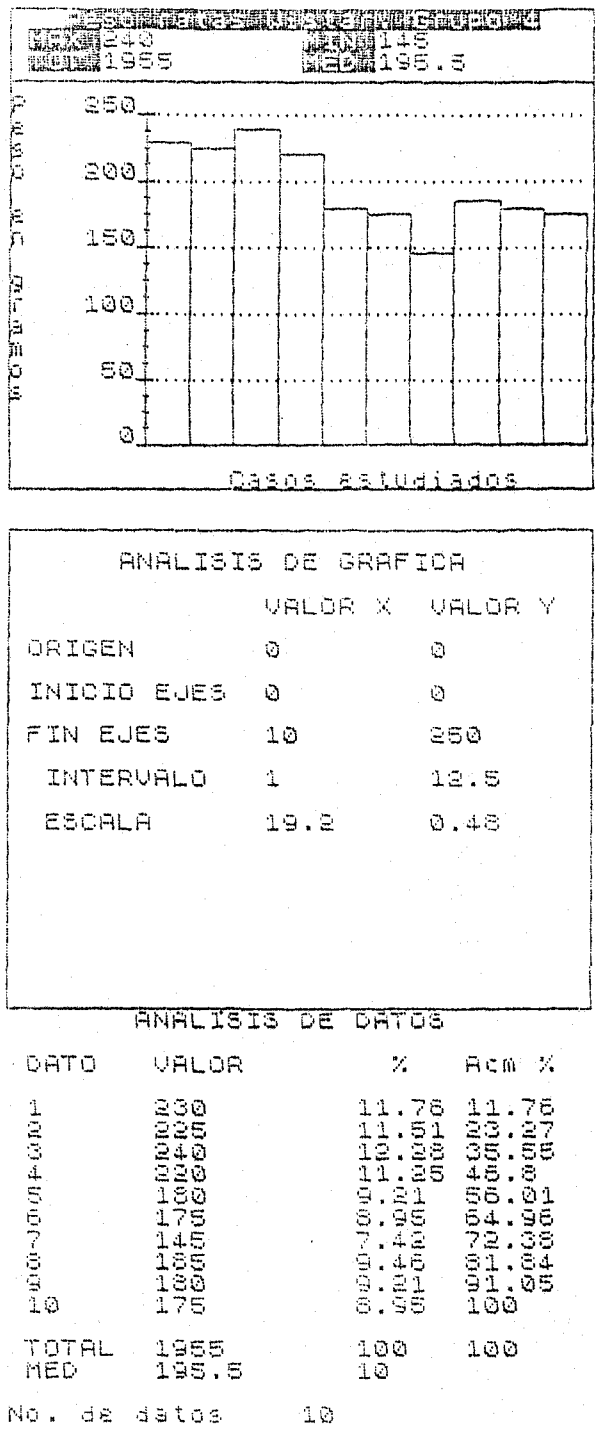
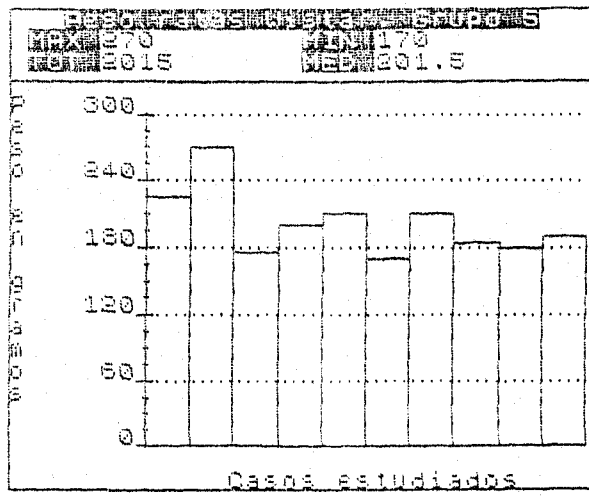


Fig. 23

Grupo número 4, en el que realizamos implantación subcutánea de una bola de algodón de 10 mg. de peso, impregnada con 0,1 ml de solución de carragenina al 1%, pero además se le aplicó el lugar correcto como terapéutica un magnetóforo activo de 500 gauss.

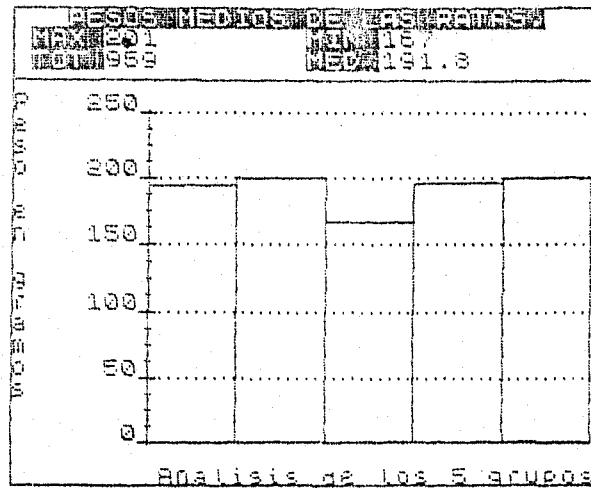


ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	19.2	0.4

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Acum %
1	225	11.17	11.17
2	270	13.4	24.57
3	175	8.68	33.25
4	200	9.93	43.18
5	210	10.42	53.6
6	170	8.44	62.03
7	210	10.42	72.45
8	165	8.18	80.64
9	160	8.63	89.27
10	190	9.48	100
TOTAL	2015	100	100
MED	201.5	10	
No. de datos		10	

Fig. 24

Grupo 5, en el que realizamos implantación subcutánea de una bolita de algodón de 10 ml. de peso, impregnada con 0,1 ml. de solución / de carragenina al 1%, pero además se le aplicó un magnetóforo activo de 500 gauss a distancia (en lugar incorrecto).



ANALISIS DE GRAFICA

	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	5	250
INTERVALO	1	12.5
ESCALA	38.4	0.48

ANALISIS DE DATOS

DATO	VALOR	%	Acm %
1	194	20.83	20.83
2	201	20.98	41.19
3	187	17.41	58.6
4	196	20.44	79.04
5	201	20.98	100
TOTAL	969	100	100
MED	191.8	4.2	20

No. de datos 5
 varianza = 201.7
 coef. var. = 0.07 2. nro=34

Fig. 25

Para terminar el estudio estadístico de los animales utilizados en este trabajo, presentamos un histograma en el que podemos ver los pesos medios de los 5 grupos de ratas junto a los datos estadísticos correspondientes a los mismos, evidenciando la gran homogeneidad en los pesos y sexos que existen para los grupos de trabajo establecidos.

Resultados de los pesos del material empleado.--

En este apartado, evidenciamos en forma de tabla los pesos de los materiales que hemos utilizado, tanto para inducir el fenómeno inflamatorio, como de los magnetóforos que han servido de terapéutica física, todo ello expresado mg. de peso.

- a) Conglomerado de algodón 10 mg.
- b) 0,1 ml. de solución de carragenina al 1%, 110,9 mg.
- c) 0,1 ml. de carragenina desecada, 1,2 mg.
- d) Conglomerado de algodón con carragenina fresca, 120,9 mg.
- e) Conglomerado de algodón con carragenina desecada, 11,2 mg.
- f) Peso del magnetóforo, 200 mg.

Cuadro 9

De estos materiales, los que se aplicaron directamente a los animales fueron los señalados con las letras a), e) y f).

A partir de ahora presentaremos los resultados de los granulomas producidos mediante el estudio experimental sobre los animales y cuyos datos vamos a analizar.

En primer lugar presentamos la tabulación básica de todos los datos obtenidos, con expresión del peso de los animales, sexo, lotes o grupos a los que corresponden, fechas en las que se han realizado los estudios y pesos de los granulomas expresados en miligramos (Tabla 10).

En las páginas siguientes presentamos dichos resultados de los pesos de los granulomas inflamatorios separados por grupos y repre-

sentados gráficamente por un diagrama de barras en función de los pesos de cada granuloma dentro de cada grupo.

Al pie de página, volveremoa a comentar los estudios que en cada uno de estos grupos se han realizado. Figuras 26, 27, 28, 29, 30. Inmediatamente después de estas gráficas podremos ver el análisis estadístico del peso de estos granulomas, estudiados por grupos presentando valores medios, desviaciones típicas, varianzas, coeficientes de variación, valores máximos, mínimos y rango. Cuadro 11.

Cuadro 11 .- Análisis estadístico de los pesos absolutos de los granulomas inflamatorios en los cinco grupos estudiados.

Peso granulomas grupo 1.-		Peso granulomas grupo 2.-	
Nº de Datos	10	Nº de Datos	10
Suma de Datos	1.688,7	Suma de Datos	2.423
Media	168,87	Media	242,30
Varianza	138,253	Varianza	796,535
Desv. Típica	11,758	Dev. Típica	28,222
Coef. Variación	0,0696	Coef. Variación	0,1164
Valor Mínimo	150,3	Valor Mínimo	212,6
Valor Máximo	188,7	Valor Máximo	300,7
Rango	38,4	Rango	88,1
Peso granulomas grupo 3.-		Peso granulomas grupo 4.-	
Nº Datos	10	Nº Datos	10
Suma Datos	2.368,2	Suma de Datos	1.776,9
Media	236,82	Media	177,69
Varianza	126,1377	Varianza	71,0077
Desv. Típica	11,231	Desv. Típica	8,426
Coef. Variación	0,0474	Coef. Variación	0,047
Valor Mínimo	219,2	Valor Mínimo	163,3
Valor Máximo	250,2	Valor Máximo	188
Rango	31	Rango	24,7

Peso granulomas grupo 5.-

Nº Datos	10
Suma de Datos	2.390,3
Media	239,03
Varianza	307,4823
Desv. Típica	17,5355
Coef. Variación	0,0733
Valor Mínimo	219,3
Valor Máximo	279
Rango	59,7

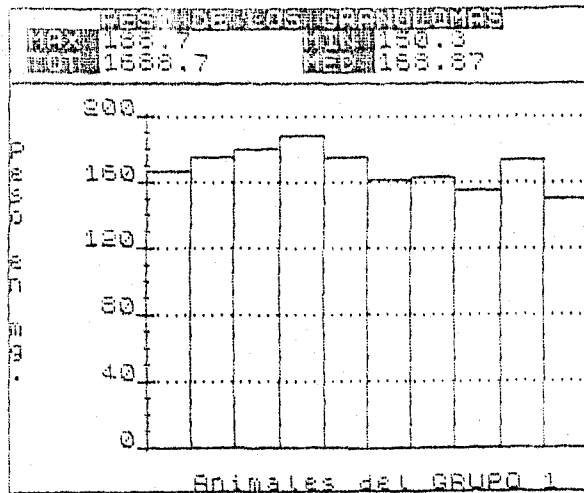
Como vemos, los resultados de los pesos medios de los granulomas han sido para cada grupo los siguientes:

Cuadro 12

<u>Grupos</u>	<u>Pesos Medios en gr. de las ratas</u>	<u>Pesos Medios en ml. de granulomas</u>
1	178 \pm 35,683	168,87 \pm 11,758
2	201 \pm 66,741	242,30 \pm 28,222
3	166,5 \pm 40,211	236,82 \pm 11,231
4	195,5 \pm 30,952	177,69 \pm 8,426
5	201,5 \pm 29,725	239,03 \pm 17,535

Estos valores medios en el peso de los granulomas los vemos representados gráficamente en la figura nº 31.

Nº de Orden	Lote	Fecha Inicial	Peso Rata/gr.	Sexo	Fecha Final	Peso del Granuloma en mg.
01	01	7-5-86	160	M	15-5-86	166,3
02	01	8-5-86	175	M	16-5-86	175,0
03	01	12-5-86	165	M	20-5-86	180,2
04	01	13-5-86	270	M	21-5-86	188,7
05	01	14-5-86	180	M	22-5-86	175,1
06	01	15-5-86	165	H	23-5-86	162,0
07	01	19-5-86	175	H	27-5-86	163,8
08	01	20-5-86	180	H	28-5-86	154,5
09	01	26-5-86	180	H	03-6-86	172,8
10	01	27-5-86	130	H	04-6-86	150,3
01	02	07-5-86	240	M	15-6-86	300,7
02	02	08-5-86	270	M	16-5-86	238,8
03	02	12-5-86	240	M	20-5-86	269,7
04	02	13-5-86	300	M	21-5-86	268,6
05	02	14-5-86	250	M	22-5-86	228,0
06	02	15-5-86	125	H	23-5-86	212,6
07	02	19-5-86	165	H	27-5-86	225,1
08	02	20-5-86	125	H	28-5-86	233,6
09	02	26-5-86	120	H	03-6-86	216,0
10	02	27-5-86	175	H	04-6-86	229,9
01	03	28-5-86	250	M	05-6-86	250,2
02	03	02-6-86	175	M	10-6-86	233,2
03	03	03-6-86	190	M	11-6-86	237,9
04	03	04-6-86	185	M	12-6-86	248,5
05	03	05-6-86	160	M	13-6-86	237,4
06	03	09-6-86	140	H	17-6-86	219,2
07	03	10-6-86	135	H	18-6-86	246,0
08	03	11-6-86	120	H	19-6-86	231,2
09	03	12-6-86	190	H	20-6-86	245,3
10	03	16-6-86	120	H	24-6-86	219,3
01	04	28-5-86	230	M	05-6-86	188,0
02	04	02-6-86	225	M	10-6-86	163,8
03	04	03-6-86	240	M	11-6-86	186,1
04	04	04-6-86	220	M	12-6-86	184,3
05	04	05-6-86	180	M	13-6-86	178,7
06	04	09-6-86	175	H	17-6-86	178,0
07	04	10-6-86	145	H	18-6-86	163,3
08	04	11-6-86	185	H	19-6-86	174,9
09	04	12-6-86	180	H	20-6-86	182,7
10	04	16-6-86	175	H	24-6-86	178,1
01	05	02-6-86	225	M	10-6-86	254,0
02	05	03-6-86	270	M	11-6-86	279,0
03	05	04-6-86	155	M	12-6-86	219,3
04	05	05-6-86	200	M	13-6-86	221,6
05	05	09-6-86	210	M	17-6-86	225,4
06	05	10-6-86	170	H	18-6-86	237,6
07	05	11-6-86	210	H	19-6-86	231,7
08	05	24-6-86	185	H	02-7-86	242,0
09	05	24-6-86	180	H	02-7-86	239,2
10	05	24-6-86	190	H	02-7-86	240,5

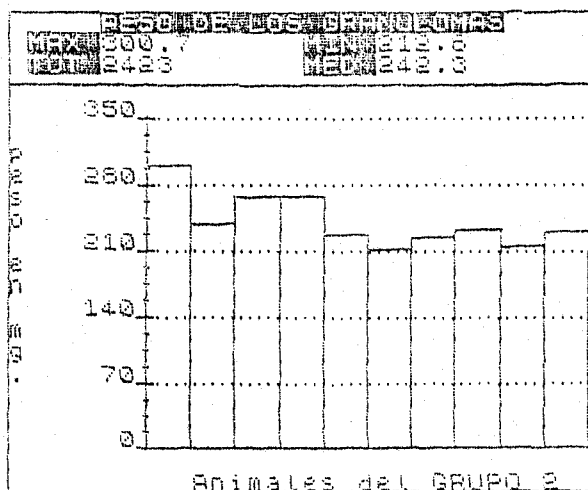


ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	200
INTERVALO	1	10
ESCALA	19.2	0.5

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	ACM %
1	166.3	9.85	9.85
2	175	10.06	20.01
3	180.0	10.67	30.68
4	188.7	11.17	40.06
5	175.1	10.37	50.43
6	168.0	9.95	60.38
7	163.0	9.73	70.11
8	164.0	9.75	80.07
9	172.0	10.23	91.1
10	150.0	8.9	100
TOTAL	1688.7	100	100
MED	168.87	10	
No. de datos		10	

Fig. 26

Pesos absolutos de los granulomas producidos en los animales del grupo 1, por implantación subcutánea de un conglomerado de algodón de 10 mg. de peso.

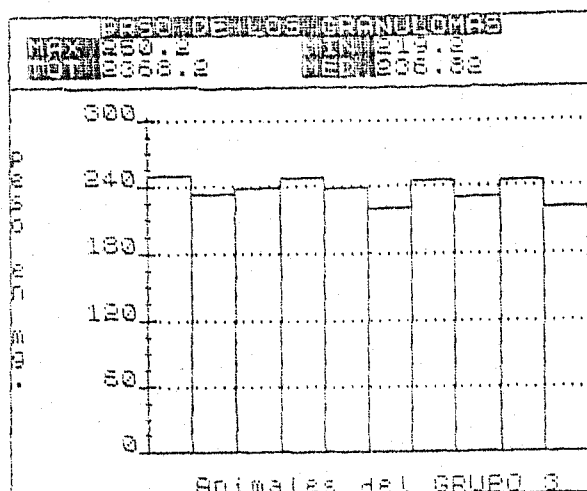


ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	350
INTERVALO	1	17.5
ESCALA	19.2	0.2429

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Accm %
1	260.7	12.41	12.41
2	200.0	9.52	21.93
3	220.0	11.10	33.03
4	220.0	11.10	44.13
5	210.0	10.41	54.54
6	190.0	9.52	64.06
7	210.0	10.41	74.47
8	220.0	11.10	85.57
9	200.0	9.52	95.09
10	210.0	10.41	100.00
TOTAL	2423	100	100
MED	242.3	10	
No. de datos		10	

Pesos absolutos correspondientes a los granulomas producidos en el grupo 2 mediante la implantación subcutánea de una bolita de algodón impregnada con carragenina.

Fig. 27



ANÁLISIS DE GRAFICA

	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	19.2	0.4

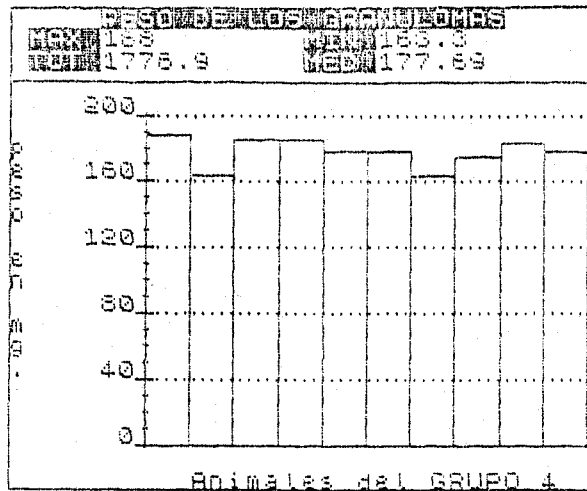
ANÁLISIS DE DATOS

DATO	VALOR	%	Accm %
1	250.0	10.00	10.00
2	200.0	8.00	18.00
3	200.0	8.00	26.00
4	240.0	10.00	36.00
5	207.4	8.00	44.00
6	210.0	8.00	52.00
7	240.0	10.00	62.00
8	201.0	8.00	70.00
9	245.0	10.00	80.00
10	210.0	8.00	88.00
TOTAL	2066.0	100	100
MED	206.62	10	

No. de datos 10

Pesos absolutos producidos por la implantación subcutánea de un conglomerado de algodón impregnado de carragenina en el grupo 3.

Fig. 28

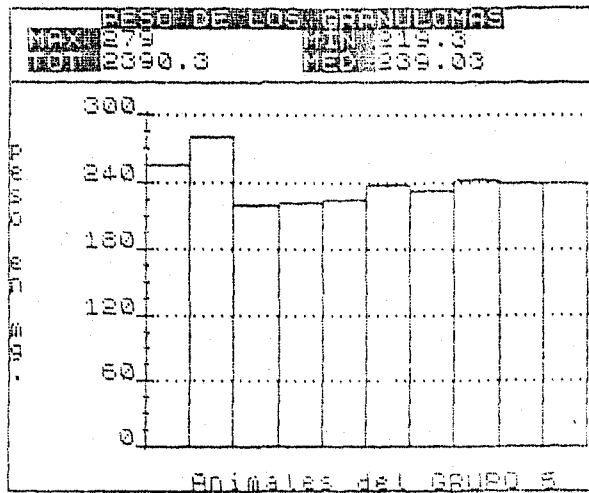


ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	200
INTERVALO	1	10
ESCALA	19.2	0.6

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Acum %
1	188	10.58	10.58
2	183.8	9.22	19.80
3	186.1	10.42	30.22
4	184.3	10.37	40.59
5	178.9	10.06	50.65
6	178	10.00	60.65
7	183.8	9.22	69.87
8	174.9	9.84	79.71
9	180.7	10.20	89.91
10	178.1	10.02	100.00
TOTAL	1776.9	100	100
MED	177.69	10	
No. de datos	10		

Pesos absolutos de los granulomas producidos en los animales del grupo 4 al implantar subcutáneamente la bolita de algodón impregnada con carragenina.

Fig. 29



ANALISIS DE GRAFICA

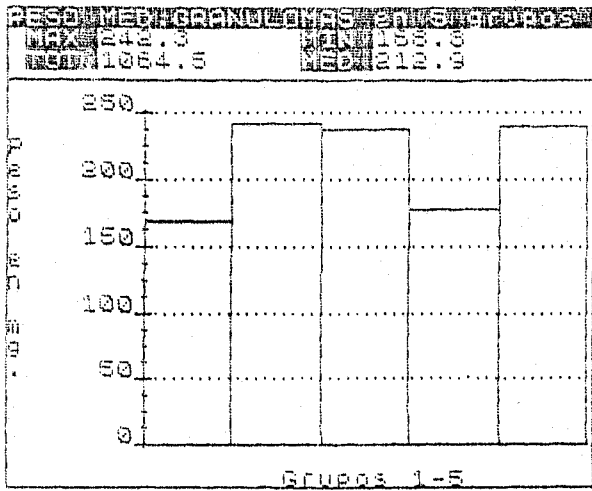
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	300
INTERVALO	1	15
ESCALA	19.2	0.4

ANALISIS DE DATOS

DATO	VALOR	%	Accm %
1	264	10.83	10.83
2	279	11.67	22.50
3	215.3	9.17	31.67
4	239.03	10.27	41.94
5	239.03	10.40	52.34
6	239.03	10.40	62.74
7	239.03	10.40	73.14
8	239.03	10.40	83.54
9	239.03	10.40	93.94
10	239.03	10.40	100.00
TOTAL	2390.3	100	100
MED	239.03	10	
No. de datos		10	

Pesos absolutos correspondientes a los granulomas producidos en el / grupo 5 mediante la implantación del conglomerado de algodón impregnado en carragenina.

Fig. 30



ANALISIS DE GRAFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	5	250
INTERVALO	1	12.5
ESCALA	38.4	0.48

ANALISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Acm %
1	168.0	16.88	16.88
2	248.0	22.70	39.58
3	200.0	22.00	61.58
4	177.6	16.88	78.46
5	239.0	22.45	100.00
TOTAL	1064.5	100	100
MED	212.9	20	
No. de datos 5			

Histograma representando el peso medio expresado en mg. de los granulomas inflamatorios producidos en los cinco grupos de animales estudiados.

Fig. 31

Pesos absolutos de los granulomas en los cinco grupos, restándole previamente el peso absoluto de la bolita de algodón con carragenina desecada. Para expresar lo que es propiamente el peso del proceso inflamatorio generado en el animal de experimentación.

Cuadro 13

Grupo 1	Peso total granuloma	Peso bolita de algodón	Peso granuloma Inflamatorio
1	166,3 mg.	10 mg.	156,3 mg.
2	175 "	10 "	165 "
3	180,2 "	10 "	170,2 "
4	188,7 "	10 "	178,7 "
5	175,1 "	10 "	165,1 "
6	162 "	10 "	152 "
7	163,8 "	10 "	153,8 "
8	154,5 "	10 "	144,5 "
9	172,8 "	10 "	162,8 "
10	150,3 "	10 "	140,3 "

La bola de algodón implantada subcutáneamente da lugar a un proceso inflamatorio subagudo, cuyo peso medio, en un período de tiempo de ocho días fue de $158,87 \pm 11,5$ mg.

Grupo 2	Peso total granuloma	Peso bola de algodón con carragenina	Peso granuloma Inflamatorio
1	300,7 mg.	11,2 mg.	289,5 mg.
2	238,8 "	11,2 "	227,6 "
3	269,7 "	11,2 "	258,5 "
4	268,6 "	11,2 "	257,4 "
5	228 "	11,2 "	216,8 "
6	212,6 "	11,2 "	201,4 "
7	225,1 "	11,2 "	213,9 "
8	233,6 "	11,2 "	224,4 "
9	216 "	11,2 "	204,8 "
10	229,9 "	11,2 "	218,7 "

La bola de algodón impregnada con 0,1 ml. de carragenina e implantada subcutáneamente durante ocho días indujo a la aparición de un granuloma inflamatorio cuyo peso medio ha resultado ser de $231,3 \pm 28,161$ mg.

Cuadro 14

En función de los datos anteriores se deduce que sobre el peso del granuloma producido por el algodón, el hecho de aplicar al mismo solución de carragenina, produce un incremento medio del proceso inflamatorio que es de 72,43 mg. Estos datos, expresados porcentualmente representan que el hecho de añadir carragenina al conglomerado de algodón implantado induce un incremento medio en el granuloma inflamatorio de un 45,6%.

Grupo 3	Peso total granuloma	Peso bola de algodón con carragenina	Peso granuloma Inflamatorio
1	250,2 mg.	11,2 mg.	239 mg.
2	233,2 "	11,2 "	222 "
3	237,9 "	11,2 "	226,7 "
4	248,5 "	11,2 "	237,3 "
5	237,4 "	11,2 "	226,2 "
6	219,2 "	11,2 "	208 "
7	246 "	11,2 "	234,8 "
8	231,2 "	11,2 "	220 "
9	245,3 "	11,2 "	234,1 "
10	219,3 "	11,2 "	208,1 "

En el grupo 3, el peso medio de los granulomas inflamatorios producidos por el algodón impregnado con carragenina y situado subcutáneamente ha presentado a pesar del magnetóforo inactivado que se le aplicó de $225,62 \pm 11,231$ mg.

Cuadro 15

De estos datos se deduce que el efecto antiinflamatorio ejercido por el magnetóforo inactivo ha sido prácticamente nulo, exactamente de $55,7 \pm 24,218$ mg. de reducción en el peso de 1 granuloma de peso inicial de 231,3 mg. de peso, correspondiente al grupo de control, lo que equivale a un efecto antiinflamatorio que expresado porcentualmente corresponde al 2,06% de efecto antiinflamatorio.

Grupo 4	Peso total granulomas	Peso bola algodón con carragenina	Peso granuloma Inflamatorio
1	188 mg.	11,2 mg.	176,8 mg.
2	163,8 "	11,2 "	152,6 "
3	185,1 "	11,2 "	173,9 "
4	184,3 "	11,2 "	173,1 "
5	178,7 "	11,2 "	167,5 "
6	178 "	11,2 "	166,8 "
7	163,3 "	11,2 "	152,1 "
8	174,9 "	11,2 "	163,7 "
9	182,7 "	11,2 "	171,5 "
10	178,1 "	11,2 "	166,9 "

El peso medio de los granulomas producidos por la implantación subcutánea del algodón impregnado con solución de carragenina al 1%, del cual hemos deducido el peso del material implantado, y al mismo tiempo tratado con un magnetóforo activo de 500 gauss correctamente situado como tratamiento antiinflamatorio, ha resultado ser de $166,4 \pm 8,426$ mg.

Cuadro 16

Si comparamos el peso de este granuloma tratado con el correspondiente granuloma del grupo de control (grupo 2) que no llevaba ningún tratamiento, resulta que la reducción de peso que el magnetóforo activo ha inducido sobre el proceso inflamatorio ha sido de $65 \pm 13,191$ mg., estos valores expresados porcentualmente, indicando el efecto antiinflamatorio del magnetóforo sobre el granuloma, corresponde a un 28,1%.

Grupo 5	Peso total granulomas	Peso bola algodón con carragenina	Peso granuloma Inflamatorio
1	254 mg.	11,2 mg.	242,8 mg.
2	279 "	11,2 "	267,8 "
3	219,3 "	11,2 "	208,1 "
4	221,6 "	11,2 "	210,4 "
5	225,4 "	11,2 "	214,2 "
6	237,6 "	11,2 "	226,4 "
7	231,7 "	11,2 "	220,5 "
8	242 "	11,2 "	230,8 "
9	239,2 "	11,2 "	228 "
10	240,5 "	11,2 "	229,3 "

Cuadro 17

El peso medio de los granulomas inflamatorios producidos por la implantación del conglomerado de algodón impregnado con carragenina durante ocho días subcutáneamente en este grupo a la vez que se ejercía tratamiento magnético de control con magnetóforo activo de 500 gauss situado en un lugar incorrecto a distancia del foco inflamatorio ha sido de $227,83 \pm 17,535$ mg., calculando el efecto antiinflamatorio de este grupo 5 con relación al peso de los granulomas del grupo 2 de control sin tratamiento, expresado en pesos medios ha sido de $3,5 \pm 23,985$ mg. Si expresamos porcentualmente el efecto antiinflamatorio evidenciado para este grupo resulta ser prácticamente despreciable, concretamente corresponde a un 1,5%.

A continuación presentamos una tabla con los valores medios expresados en miligramos y parámetros estadísticos correspondientes a los anteriores estudios.

Grupo 1

Valor medio	$158,87 \pm 11,75$
Varianza	138,253
Coef. de Variación	0,074
Valor mínimo	140,3
Valor máximo	178,7
Rango	38,4

Grupo 2

Valor medio	$231,3 \pm 28,161$
Varianza	793,068
Coef. de Variación	0,121
Valor mínimo	201,4
Valor máximo	289,5
Rango	88,1

Grupo 3

Valor medio	$225,62 \pm 11,231$
Varianza	126,137
Coef. de Variación	0,049
Valor mínimo	208
Valor máximo	239
Rango	31

Grupo 4

Valor medio	$166,4 \pm 8,426$
Varianza	71,007
Coef. de Variación	0,050
Valor mínimo	152,1
Valor máximo	176,8
Rango	24,7

Grupo 5

Valor medio	227,83 \pm 17,535
Varianza	307,482
Coef. de Variación	0,076
Valor mínimo	208,1
Valor máximo	267,8
Rango	59,7

Cuadro 18

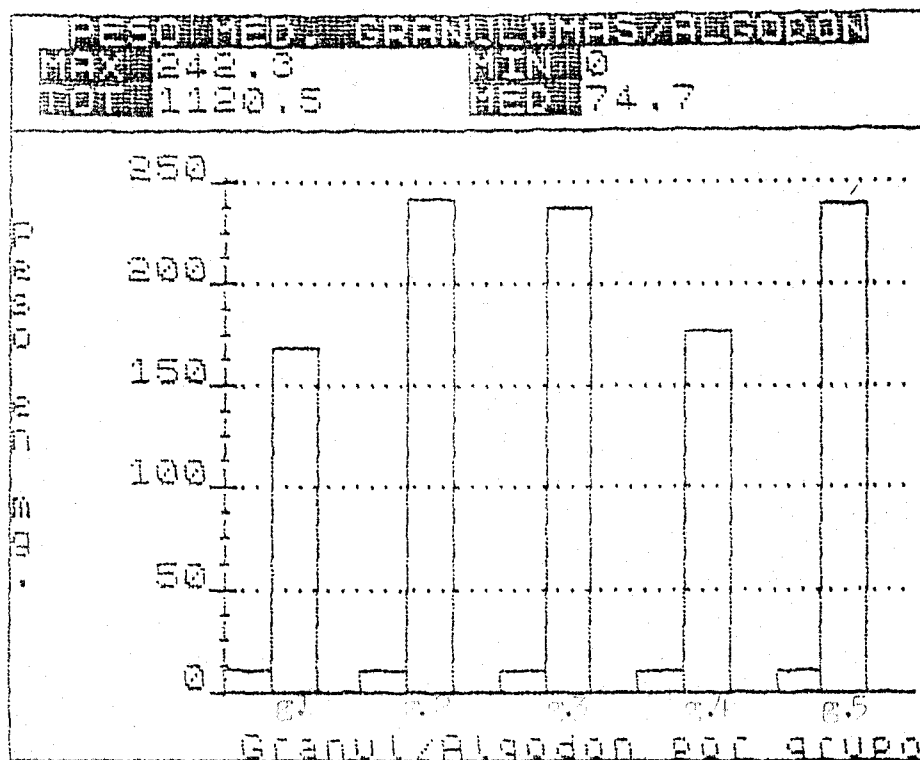


Fig. 32

Histograma representando el peso medio de los granulomas de los cinco grupos, comparando uno a uno con el peso de la bolita de algodón inicial, apreciamos claramente el máximo efecto antiinflamatorio en el grupo 4, mientras que los grupos 3 y 5 a penas presentan modificaciones con el grupo de control sin tratamiento (grupo 2).

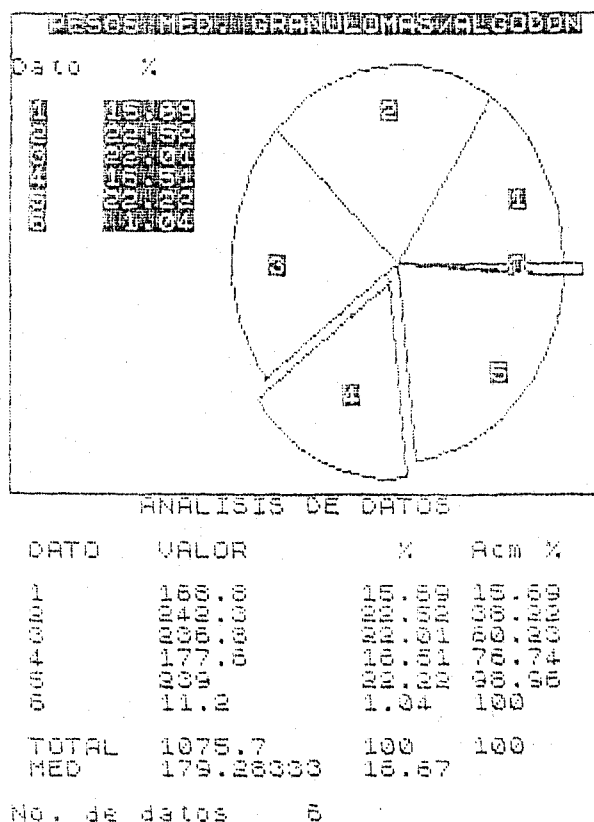


Fig. 33

Este gráfico por sectores, vemos representados los pesos de los granulos de los cinco grupos estudiados en comparación con el peso del conglomerado de algodón inicial, hemos destacado del círculo el sector correspondiente al grupo 4 en el cual hemos empleado tratamiento con magnetóforos activos. Los grupos 3 y 5 en los que se ha utilizado inadecuadamente el magnetóforo no presenta prácticamente efecto antiinflamatorio.

Estudios comparativos de los pesos medios expresados en mg. de los granulomas de los cinco grupos estudiados en comparación con el peso del conglomerado de algodón. Hemos realizado esta comparación estadísticamente mediante diagramas de barras y gráficas por sectores en los cinco grupos sincrónicamente donde vemos como resalta el componente correspondiente al grupo 4 con respecto a los demás (grupo 3 y 5) en los cuales no se aprecia prácticamente efecto antiinflamatorio. Figuras 32, 33.

Resultados de los estudios gráficos comparativos entre los distintos grupos de trabajo entre sí.

Esta serie de análisis comparativos comenzamos con la comparación de los pesos medios de los granulomas producidos en el grupo de control (grupo 2) en el que no se había empleado tratamiento alguno con el grupo 3, en el que habíamos empleado magnetóforo inactivo. Es evidente que prácticamente no se ha apreciado disminución de los pesos medios de los granulomas tratados incorrectamente, pues el efecto antiinflamatorio obtenido tan solo ha reducido el edema en 5 mgs de peso equivalente a un 2,06% de efecto antiinflamatorio.

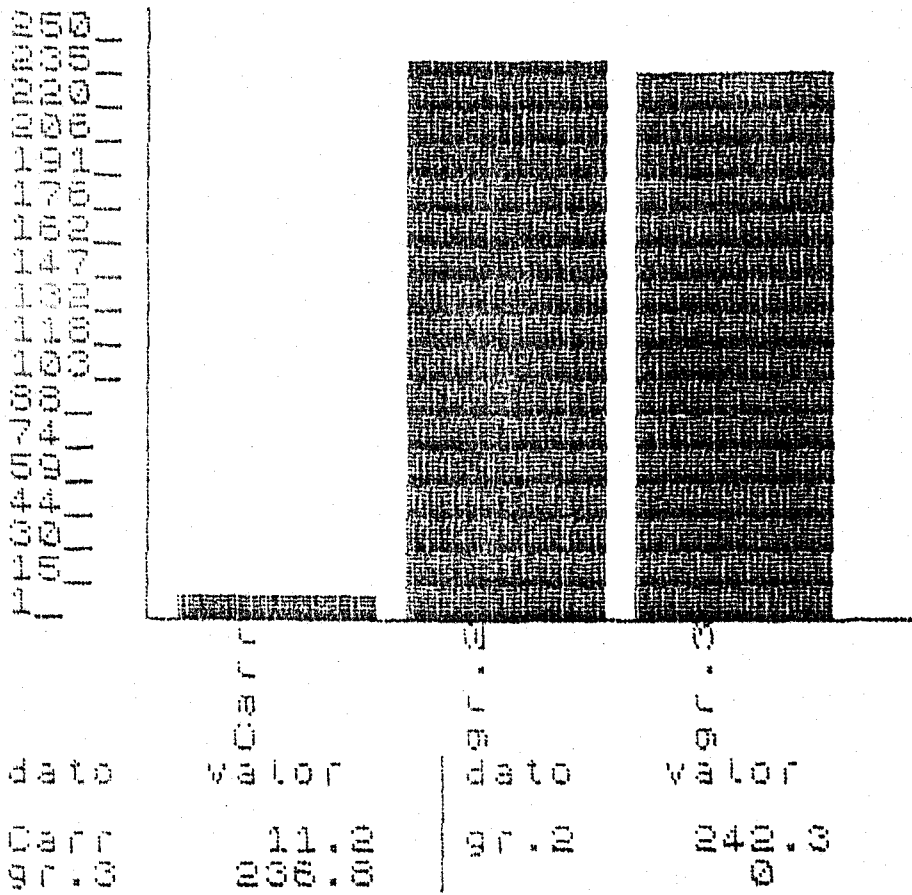


Fig. 34

Estudio gráfico comparativo de los pesos medios de los granulomas, expresados en mg. correspondientes al grupo 2, en el que no se ha empleado tratamiento alguno, y el grupo 3, en el que se ha empleado un magnetóforo correctamente ubicado pero inactivo. El primer histograma representa el peso del conglomerado de algodón con carragenina empleado como sustancia irritante. Nótese la casi ausencia de efecto antiinflamatorio que presenta el grupo 3.

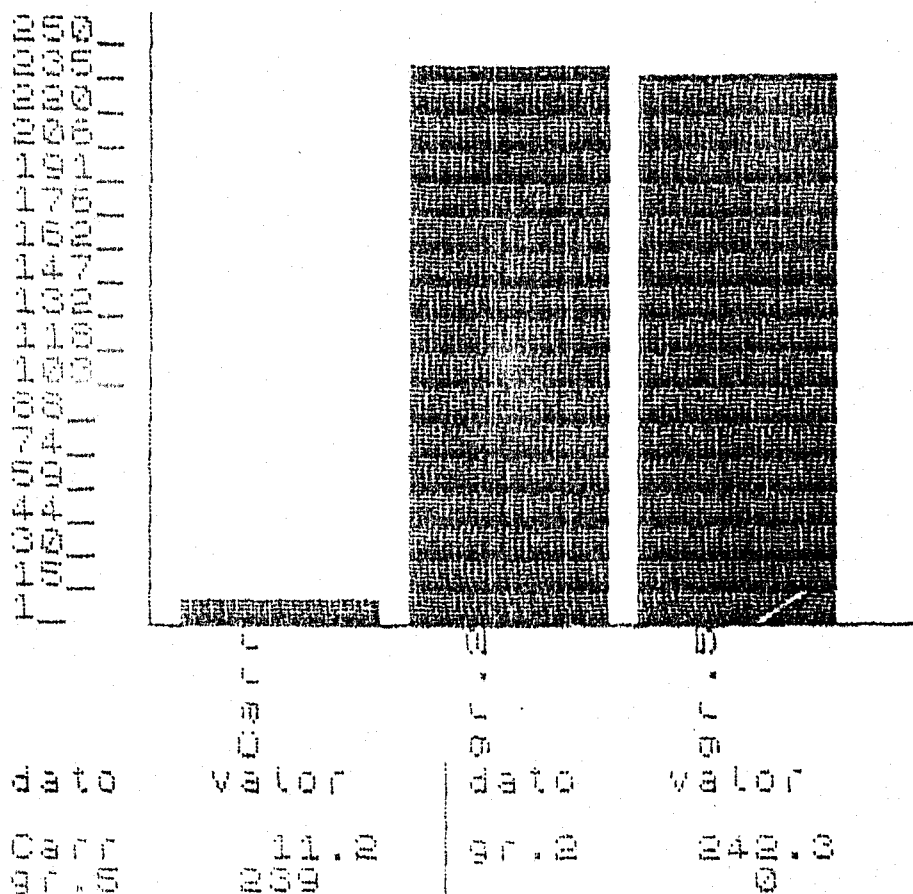


Fig. 35

Estudio gráfico comparativo de los pesos medios de los granulomas, expresados en mg., correspondientes al grupo 2, en el que no se ha empleado tratamiento alguno y el grupo 5 en el cual se empleó un magnetóforo activo pero incorrectamente situado. Es apreciable la prácticamente ausencia de efecto antiinflamatorio que presenta este grupo (exactamente un 1,5%).

En el siguiente gráfico Figura 35 comparamos, siguiendo la misma sistemática el grupo 2 y el grupo 5 en el cual habíamos empleado un magnetóforo activo pero situado a distancia (incorrectamente). Al igual que en el anterior caso a penas se aprecia efecto antiinflamatorio en este caso, pues en él la reducción de peso en el proceso inflamatorio fue tan solo de 3,5 mg., lo que pocentualmente representa un 1,5% de efecto antiinflamatorio.

En el gráfico siguiente, que presentamos en la figura 36 realizamos el estudio comparativo de los pesos medios expresados en mg. de los granulomas correspondientes a las ratas del grupo 2 en las cuales no se había puesto terapia alguna, con los correspondientes pesos medios del grupo 4, en el cual se había empleado el magnetóforo activo correctamente ubicado, evidenciándose el manifiesto efecto antiinflamatorio (28,10%) que esta terapia ha ejercido, habiendo ocasionado una reducción en el peso del granuloma de 65 mg. Lo que representa que los efectos antiinflamatorios obtenidos en este grupo 4 son 13 y 18,5 veces superiores a los obtenidos en los grupos 3 y 5 respectivamente.

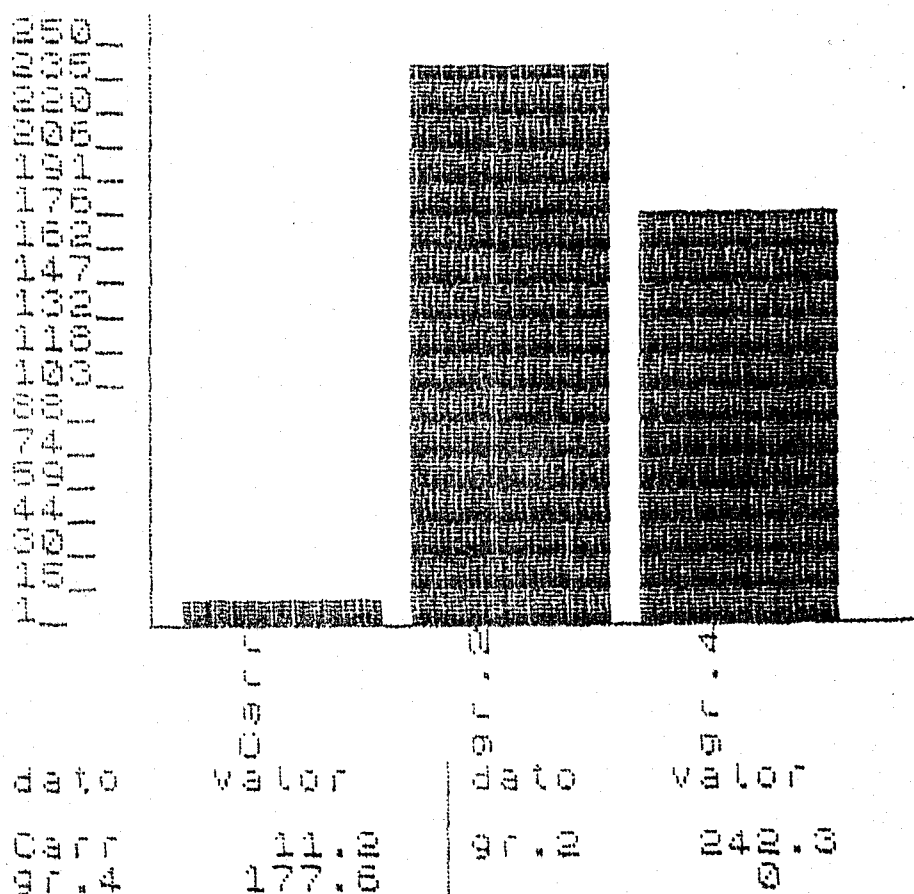


Fig. 36

Estudio gráfico comparativo de los pesos medios expresados en mg. / de los granulomas correspondientes al grupo 2 en el que no se ha / utilizado ningún tratamiento, con los del grupo 4 en el que se había empleado un magnetóforo activo y correctamente situado. Nótese el importante decremento en el peso medio de los granulomas de este último grupo, que fue exactamente de 65 mg. de pérdida de peso con respecto a los grupos anteriores, lo que porcentualmente representan un 28,10% de efecto antiinflamatorio.

En las figuras siguientes presentadas con los números 37 y 38 nos ponen de manifiesto la comparación gráfica entre los efectos antiinflamatorios ejercidos en los grupos 3 y 5 (Figuras 37 y 38 respectivamente) por los magnetóforos incorrectos con el efecto antiflogístico que en el grupo 4 se ha obtenido mediante el empleo de magnetóforos activos y correctamente situados como hemos dicho anteriormente la acción antiinflamatoria obtenida en el grupo 4 ha sido 13 y 18 veces superior a los obtenidos en los grupos 3 y 5 respectivamente.

Dada la importancia para nuestro trabajo, queremos destacar aisladamente por una parte los efectos, que en los animales que hemos empleado han inducido en la generación del proceso inflamatorio las sustancias irritantes utilizadas. Por otra parte destacamos la reducción en mg. de peso y el porcentaje de reducción del proceso inflamatorio o cuantificación del efecto antiinflamatorio, que han producido los magnetóforos en los distintos grupos.

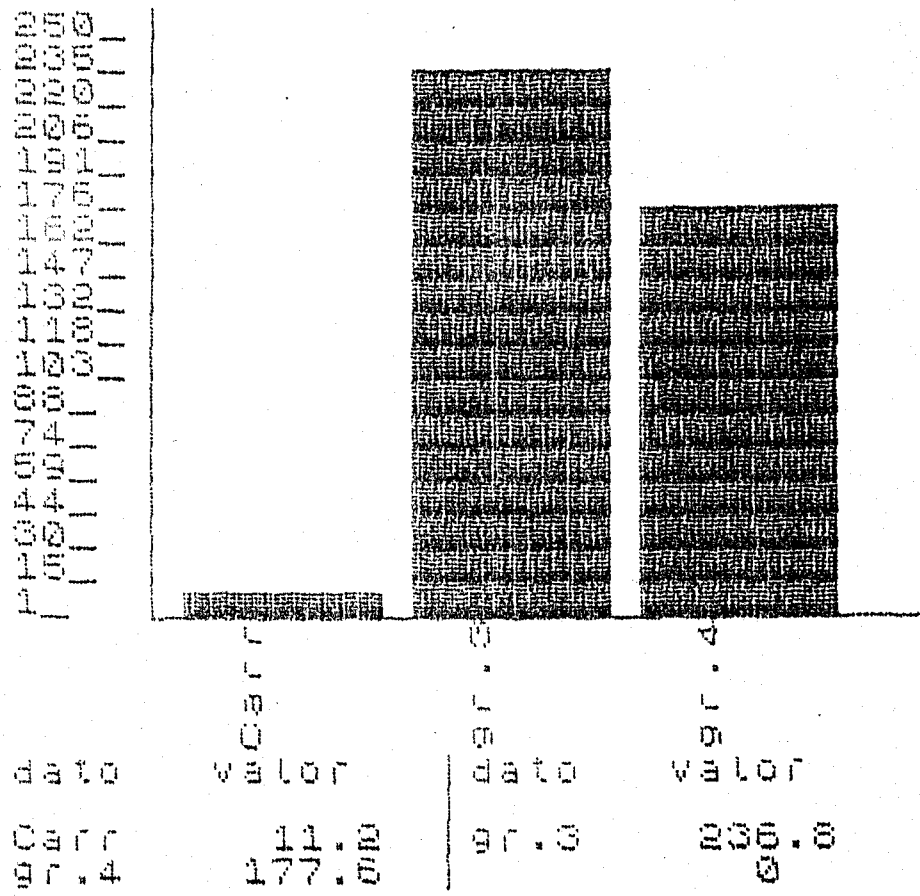


Fig. 37

Estudio gráfico comparativo de los pesos medios de los granulomas / expresados en mg. en los que tratamos de poner de manifiesto los efectos antiinflamatorios respectivos obtenidos en los grupos 3 y 4. Es / evidente que la acción antiinflamatoria en el grupo 4 es manifiestamente superior a la del grupo 3.

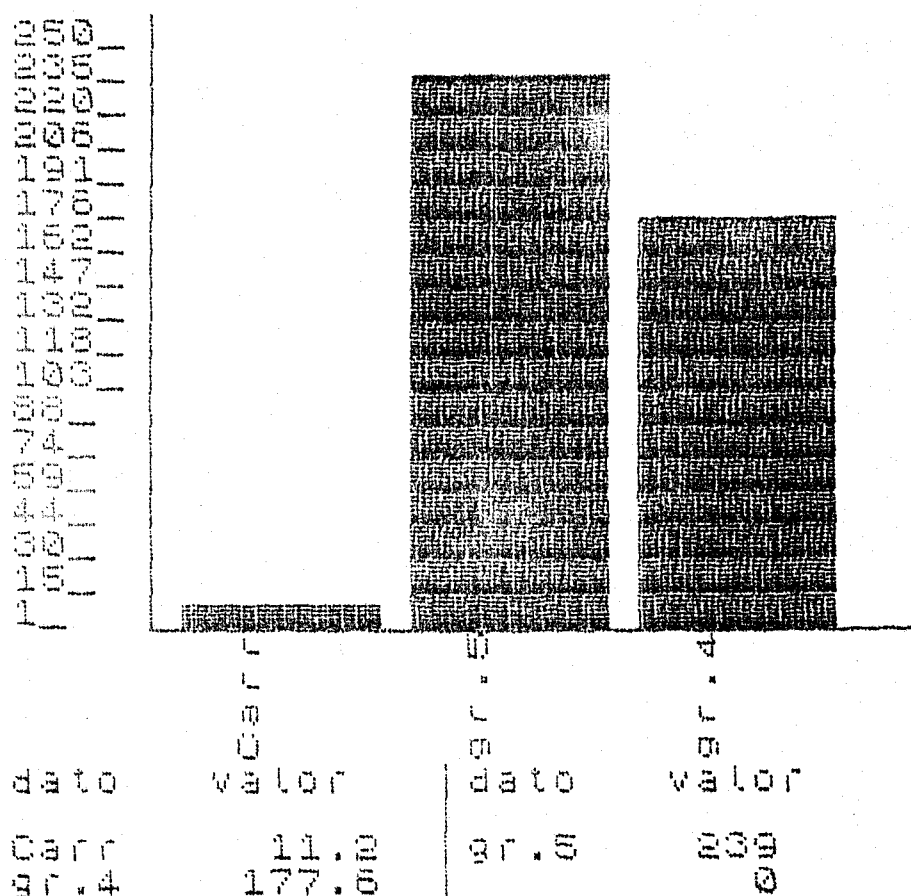


Fig. 38

Análisis comparativo de los histogramas correspondientes a los pesos medios de los granulomas expresados en mg., de los animales de los grupos 5 y 4. Como ambos grupos habían sido tratados con terapia antiinflamatoria, vemos como la reducción muy superiores del peso de los granulomas en el grupo 4 tratado con magnetóforo activo y bien situado (65 mg. de reducción de peso) indica que en este grupo se ha obtenido una eficaz acción terapéutica, mientras que en los animales del grupo 5 (en los cuales se alcanzó una reducción de 3,5 mg. en el peso de los granulomas) el efecto antiinflamatorio del magnetóforo mal situado ha sido mínimo.

Cuadro 19

Efecto inductor de inflamación producido por las sustancias irritantes.-

<u>Grupo</u>	<u>Sustancia Irritante</u>	<u>Peso en mg. del proceso inflamatorio</u>
1	Algodón	158,87 \pm 11,750
2	Algodón, carragenina	231,30 \pm 28,161

El hecho de añadir al algodón la carragenina, determina un incremento medio del proceso inflamatorio que es de 72,43 mg., equivalente a un 45,6% de aumento del efecto generador de inflamación.

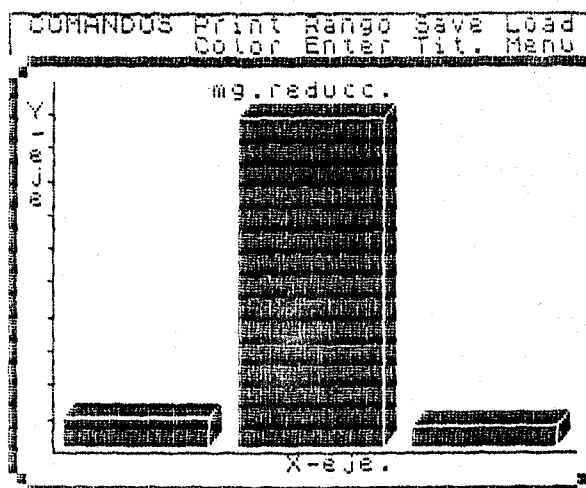
Cuadro 20

Efectos terapéuticos antiinflamatorios producidos por los magnetóforos.-

<u>Grupo</u>	<u>Estado del magnetóforo</u>	<u>Situación</u>	<u>Reducción en mg. del proceso inflamatorio</u>	<u>% de reducción del proceso inflamatorio</u>
3	Inactivo	Correcta	5,7 \pm 24,218	2,06 %
4	Activo	Correcta	65 \pm 13,191	28,10 %
5	Activo	Incorrecta	3,5 \pm 23,985	1,50 %

Notemos que el efecto antiinflamatorio obtenido en el grupo 4, ha sido 13 y 18,5 veces superior a los obtenidos en el grupo 3 y 5 respectivamente.

Dada la importancia de los datos anteriormente comentados, los hemos trasladado a gráficas, que presentamos a continuación en las figuras 19 y 20, en las cuales evidenciamos el efecto antiinflamatorio de los tres grupos en los que se ha empleado terapia, es decir, los grupos 3, 4 y 5, bajo los dos aspectos que hemos estudiado, es decir, en función de los miligramos de peso que sobre los granulomas se ha ejercido y en porcentajes del efecto antiinflamatorio producido. Destacando claramente en ambos sentidos la acción terapéutica conseguida en el grupo 4.

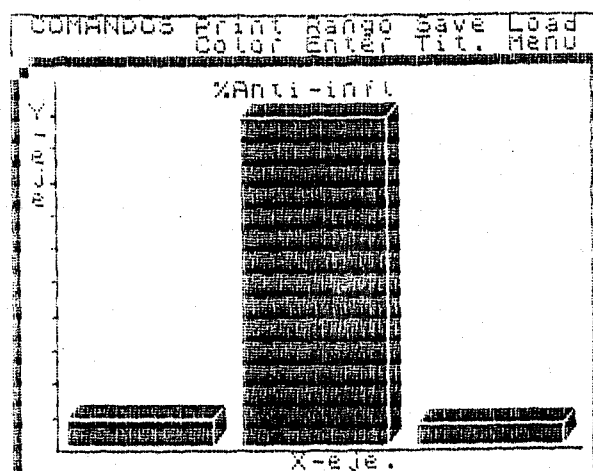


En este grafico presentamos los miligramos de peso que han perdido los granulomas de los grupos 3, 4 y 5 respectivamente. Recordemos que en el grupo 3 el magnetoforo es inactivo, pero en lugar correcto, en el grupo 4 es activo y en lugar correcto y en el grupo 5 activo, pero situado en lugar incorrecto. Destacamos el importante efecto antiinflamatorio evidenciado en el grupo 4, por la importante reduccion del peso del granuloma.

La primera columna corresponde al grupo 3, con una reduccion de peso del granuloma de 5mg. La segunda al grupo 4, con una reduccion de 85 mg. La tercera representa al grupo 5, con una disminucion de 1.5 mg.

Cada division de Y corresponde a 5.5 mg. de disminucion de peso en el granuloma, por el efecto antiinflamatorio del magnetoforo

Fig. 39



Representación porcentual del efecto antiinflamatorio de los magnetoforos en los grupos 3, 4 y 5 (columnas 1, 2 y 3 respectivamente).

Grupo 3.....2.05% de efecto anti inflamatorio

Grupo 4.....28.1% de efecto anti inflamatorio

Grupo 5..... 1.5% de efecto anti inflamatorio.

Cada division de Y=2.8%

Fig. 40

Resultados del estudio de las dosis de magnetoterapia empleadas expresadas en gauss por gramo de peso del animal en los grupos 4 y 5 en que se emplearon los magnetóforos activos.

Dado que todos los animales que hemos estudiado, a pesar de que hemos intentado la máxima homogeneidad en los grupos de ratas en este aspecto, y dado que los magnetóforos empleados tienen una potencia uniforme de 500 gauss, resulta que la dosis de magnetoterapia resulta mayor en aquellos animales que tienen menor peso y viceversa.

Para analizar exactamente las dosis que se han empleado hemos tenido en consideración el peso de cada animal y de ello hemos obtenido las dosis exactas en gauss/grs. de peso que hemos empleado para cada rata y que presentamos en las siguientes tablas:

Grupo 4

<u>Animales</u>	<u>Peso del animal en gr.</u>		<u>Sexo</u>	<u>Dosis de magnetoterapia aplicada en gauss</u>	
1	230	gr.	M	2,17	gauss/gr.
2	225	"	M	2,22	"
3	240	"	M	2,08	"
4	220	"	M	2,27	"
5	180	"	M	2,77	"
6	175	"	H	2,85	"
7	145	"	H	3,44	"
8	185	"	H	2,70	"
9	180	"	H	2,77	"
10	175	"	H	2,85	"

Cuadro 21

Cuadro 22

Grupo 5.

<u>Animales</u>	<u>Peso del animal en gr.</u>		<u>Sexo</u>	<u>Dosis de magnetoterapia aplicada en gauss</u>	
1	225	gr.	M	2,22	gauss/gr.
2	270	"	M	1,85	"
3	175	"	M	2,85	"
4	200	"	M	2,50	"
5	210	"	M	2,38	"
6	170	"	H	2,94	"
7	210	"	H	2,38	"
8	185	"	H	2,70	"
9	180	"	H	2,77	"
10	190	"	H	2,63	"

En las figuras 41 y 42 , podemos ver en diagramas de barras y separados los grupos 4 y 5, las dosis empleadas en cada uno de ellos expresadas en gauss/gr. de peso para cada animal.

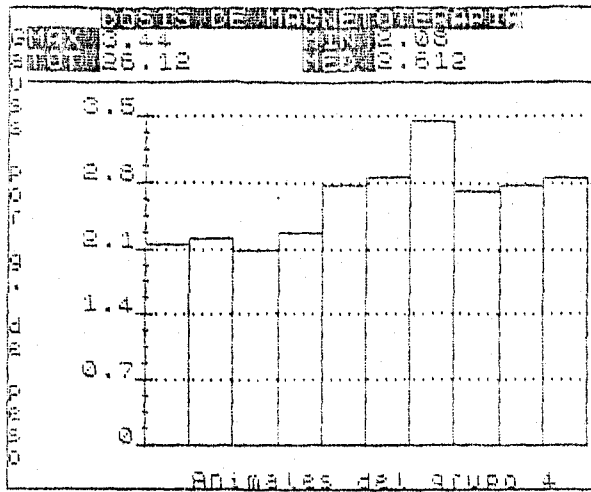
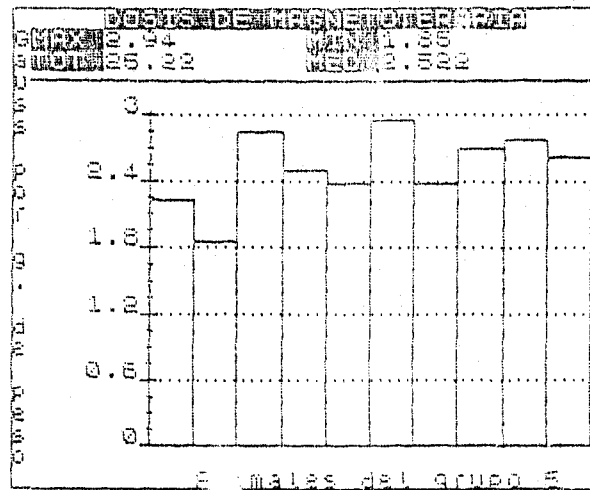


Fig. 41

Representación gráfica de las dosis de magnetoterapia expresada en gauss/gr. de peso para cada animal en los que se ha empleado del grupo 4.



ANÁLISIS DE GRÁFICA		
	VALOR X	VALOR Y
ORIGEN	0	0
INICIO EJES	0	0
FIN EJES	10	3
INTERVALO	1	0.15
ESCALA	19.2	40

ANÁLISIS DE DATOS			
DATO	VALOR	%	Accm %
1	0.000	0.0	0.0
2	1.000	7.04	7.04
3	0.000	0.0	0.0
4	0.000	0.0	0.0
5	0.000	0.0	0.0
6	0.000	0.0	0.0
7	0.000	0.0	0.0
8	0.000	0.0	0.0
9	0.000	0.0	0.0
10	0.000	0.0	0.0
TOTAL	25.22	100	100
MED	0.000	10	
No. de datos 10			

Fig. 42

Representación gráfica de las dosis de magnetoterapia expresada en gauss/gr. de peso para cada rata correspondiente al grupo 5.

Resultados del análisis estadístico de las dosis de magnetoterapia empleadas en los grupos 4 y 5.-

Cuadro 23

<u>Grupo 4</u>		<u>Grupo 5</u>	
Número de datos	10	Número de datos	10
Suma de datos	26,12	Suma de datos	25,22
Media	2,612	Media	2,522
Varianza	0,1783	Varianza	0,1078
Desviación típica	0,422	Desviación típica	0,328
Coefficiente Variación	0,1617	Coefficiente Variación	0,130
Valor mínimo	2,08	Valor mínimo	1,85
Valor máximo	3,44	Valor máximo	2,94
Rango	1,36	Rango	1,09

Las dosis medias de magnetoterapia empleadas:

Grupo 4. 2,61 0,422 gauss/gr. de peso

Grupo 5. 2,52 0,328 gauss/gr. de peso

Finalmente y para terminar este capítulo de resultados, presentamos el análisis que se ha realizado con las dosis empleadas en el grupo 4, ya que en los otros grupos, el efecto antiinflamatorio ha sido nulo en orden a determinar la eficacia del método terapéutico y determinar la dosis más idónea a utilizar. Para esta finalizar hemos tomado ratas del grupo control de mismo peso que las del grupo 4 para establecer los porcentajes de reducción del proceso inflamatorio y los valores en gramos de las pérdidas en el peso de los granulomas inflamatorios en este mismo grupo.

Ambos parámetros son determinantes de la eficacia del método magnético utilizado. Para obtener estos resultados comenzamos presentando una tabla de valores absolutos de las diversas variables, sus medias y desviaciones típicas.

<u>Ratas grupo 4</u>		<u>Peso de granuloma en mg. de peso similar al grupo 2.</u>	<u>Peso del granuloma de las ratas del grupo 4.</u>	<u>Dif. de peso de los granulomas.</u>	<u>% de Reducción</u>	<u>Dosis gauss/gr.</u>
<u>nº serie</u>	<u>Peso</u>					
1	230	242,8	176,8	66	27,1	2,17
2	225	242,8	152,6	90,2	38	2,22
3	240	258,5	173,9	84,6	32,7	2,08
4	220	242,8	173,1	69,7	28,7	2,27
5	180	228	167,5	60,5	26,5	2,77
6	175	218,7	166,8	51,9	23,7	2,85
7	145	208	152,1	59,9	26,8	3,44
8	185	230,8	163,7	67,1	29	2,70
9	180	228	171,5	56,5	24,7	2,77
10	175	218,7	166,9	51,8	23,6	2,85
MEDIAS	195,5 ± 30	231,9 ± 14,964	166,4 ± 8,426	65,42 ± 13,191	28,10 ± 4,131	2,61 ± 0,422

Cuadro 24

Del análisis de la tabla anterior, vamos a determinar la distribución de los resultados con relación a sus medias correspondientes.

Las dosis de magnetoterapia empleadas presentan un valor medio de $2,61 \pm 0,422$ gauss/gr. de peso.

Cuatro de los animales de este grupo recibieron una dosis inferior a esta media y seis de ellos una dosis superior a la misma.

Distribuido por frecuencias:

Grupo 4

DOSIS DE MAGNETOTERAPIA (valor medio $2,61 \pm 0,422$ gauss/gr. de peso)

Dosis	de 2-2,5 gauss/gr.	de 2,5-3 gauss/gr.	de 3-3,5 gauss/gr.
Nº de Animales	4	5	1

El valor medio de la disminución de peso de los granulomas, por el efecto antiinflamatorio del magnetóforo, en el grupo 4 fue de $65,42 \pm 13,191$ mg.

Cuadro 25

Del grupo de animales estudiados, cinco de ellos presentaron una reducción en el peso de los granulomas superiores a esta media. Otras cinco ratas, no alcanzaron esta cifra media. Su distribución fue la siguiente:

Grupo 4

REDUCCION DE PESO DE LOS GRANULOMAS (valor medio $65,42 \pm 13,19$ mg.).

Reducción de peso
en los granulomas

de 50 a 65 mg. de 65 a 80 mg. de 80 a 95 mg.

Número de animales

5

3

2

El efecto antiinflamatorio medio demostrado en el grupo 4 por empleo de magnetóforos activos correctamente situados, ha sido de un 28,1 \pm 4,431%.

Cuadro 26

De los animales que se ha estudiado, seis de ellos no alcanzaron este valor medio y cuatro lo superaron.

Distribuidos estos valores nos resulta:

Grupo 4

EFFECTO ANTIINFLAMATORIO (Valor medio $28,1 \pm 4,431$ %).

% de efecto antiin-
flamatorio

20 - 25 %

25 - 30 %

30 - 40 %

Nº de animales

3

5

2

El 30% del total
del grupo.

El 50% del total
del grupo.

El 20% del total
del grupo.

Cuadro 27

Hemos apreciado en las anteriores tablas que los máximos efectos antiinflamatorios, en función de la reducción de peso de los granulomas y en su porcentaje correspondiente de reducción, no corresponden a los animales en los que se ha empleado la máxima dosis de magnetoterapia.

En los animales en los que se ha empleado las máximas dosis de magnetoterapia, por el contrario se apreciaban resultados más bajos que la media del grupo. De ello deducimos la existencia de unas dosis optimas a aplicar, con las cuales se obtienen los máximos efectos terapéuticos.

Dichas dosis oscilan entre los 2,08 y 2,70 gauss/gr. de peso con un valor medio de $2,28 \pm 0,383$ gauss/gr. de peso, por los cuales se han obtenido los mejores resultados, todos ellos por encima del promedio del grupo. De lo que se deduce, que estas dosis son las óptimas para este método terapéutico antiinflamatorio.

Basándonos en las anteriores tabulaciones y con tales datos, hemos realizado correlaciones estadísticas entre las dosis de magnetoterapia empleadas y los porcentajes de reducción de peso de los granulomas inflamatorios, junto a estas correlaciones se presentan los parámetros e índices estadísticos de mayor interés.

En primer lugar se hizo un tratamiento matemático de los datos para obtener la recta de máximo ajuste a éstos y su correspondiente ecuación que es $Y = 4,143 + (-0,663) \cdot X$ y por la cual, se ha obtenido un coeficiente de correlación bastante bueno, concretamente de 0,8216.

La correlación entre ambos parámetros, dosis de magnetoterapia (variable independiente) (X) con el porcentaje de reducción de peso de los granulomas (variable dependiente) (Y) es exactamente

una curva en la cual una de ellas (Y) es función de X . Hemos realizado la curva de regresión entre ellas y que presentamos en la figura

. En ella vemos que el efecto inflamatorio se va incrementando al aumentar las dosis de magnetoterapia, pero que al llegar a un máximo efecto terapéutico, al incrementar más las dosis no se produce una mayor acción antiinflamatoria, sino que esta acción comienza a disminuir.

Esta curva presenta la siguiente ecuación :

$Y = 62,9915 \cdot X \cdot \text{Exp. } (-0,663 \cdot X)$. La cual presenta un ajuste muy perfecto con los datos empleados como vemos en la misma figura antes citada. También son muy aceptables los demás parámetros estadísticos determinados, como varianzas, standard de error y los valores residuales.

Destacamos que la F de Snedecor es de 6 y a partir de él se deduce la fiabilidad de la curva obtenida, pues nos dice que la probabilidad de que esta curva se deba a los datos aportados y no al efecto del azar, siendo superior al 96% concretamente $P = 0,960031$.

A continuación presentamos el coeficiente de correlación para esta regresión que es de $R = 0,906492$ que es muy bueno e indicativo de la bondad del ajuste de los datos. Dicho coeficiente, junto con el análisis de la varianza de esta regresión se presenta en la figura 43.

THE VALUE OF A IS 32.9915
 THE FITTED VALUE OF B IS 0
 THE FITTED VALUE OF N IS -.663

$$Y = A * X * \exp(N * X)$$

COMPARISON OF MODEL DATA WITH ORIGINAL

X	Y DATA	PREDICTED Y	RESIDUALS
2.08	32.81	32.996	-.187
2.17	35.29	32.43	2.859
2.22	36.77	32.095	4.674
2.7	34.4	28.395	6.004
2.77	25	27.811	-2.812
2.85	23.63	27.136	-3.507
2.85	24.2	27.136	-2.937
2.27	28.92	31.748	-2.829
2.75	25	27.978	-2.979
3.44	25.96	22.15	3.809

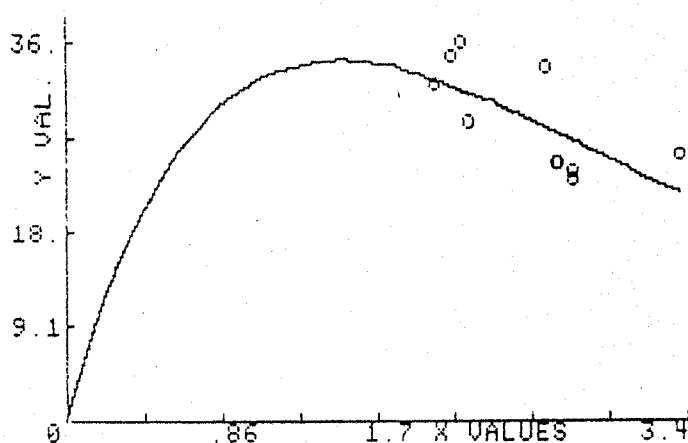
SUMMARY OF STATISTICS ON FITTED MODEL

THE RESIDUAL SUM OF THE SQUARES IS 126.31

THE VARIANCE FOR 8 DEGREES OF FREEDOM IS 15.788

THE STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE IS 3.973

THE VALUE FOR F IS 6



THE PROB FOR AN F OF 6.00000 WITH
 1 DEGREES OF FREEDOM IN NUMERATOR AND
 8 DEGREES OF FREEDOM IN DENOMINATOR IS: 0.960031

Fig. 43

*** MULTIPLE LINEAR REGRESSION ***

DEPENDENT VARIABLE: 7

18 VALID CASES

COEFF OF DETERMINATION: 0.821728
MULTIPLE CORR COEFF: 0.906492ESTIMATED CONSTANT TERM: 4.14345
STANDARD ERROR OF ESTIMATE: 0.138106

ANALYSIS OF VARIANCE FOR THE REGRESSION:

SOURCE OF VARIANCE	DEGREES OF FREEDOM	SUM OF SQUARES	MEAN OF SQUARES	F TEST
REGRESSION	1	0.703333	0.703333	36.8752
RESIDUALS	8	0.152587	1.907E-02	
TOTAL	9	0.955920		

VARIABLE	REGRESSION COEFFICIENT	STANDARDIZED COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T
1 DOSIS	-0.663094	-0.906493	0.109196	-6.07250

Fig. 44

Similar al análisis anterior o siguiendo la misma metódica de trabajo, hemos realizado la correlación entre los pesos de los granulomas de los animales no tratados (grupo 2) y los tratados correctamente con magnetoforoterapia (grupo 4).

Así hemos establecido la curva de regresión entre los pesos de los granulomas sin y con tratamiento. A continuación y en la figura presentamos los resultados de dicha correlación, con su ecuación correspondiente que es: $Y = 1,4434 \cdot X \cdot \text{Exp.}(-3,1 E - 0,3 \cdot X)$.

Para esta ecuación obtenemos una F de Snedecor = 2 una P (probabilidad) = 0,804984 y un coeficiente de correlación igual a 0,816216.

En la figura 45 además de estos parámetros, presentamos las tabulaciones de ajuste de la curva y el análisis de varianza de la correlación. Hemos de destacar que la menor correlación. Hemos de destacar que la menor correlación obtenida para estos dos paráme-

THE VALUE OF A IS :.4434
 THE FITTED VALUE OF B IS 0
 THE FITTED VALUE OF N IS -3.1E-03

$$Y = A * X * \exp(N * X)$$

COMPARISON OF MODEL DATA WITH ORIGINAL
 X Y DATA PREDICTED Y RESIDUALS

259	174	171.072	2.927
272	176	172.745	3.254
242	153	168.259	-15.26
242	172	168.259	3.74
250	164	169.675	-5.676
228	171	165.368	5.631
220	168	163.465	4.534
219	166	163.214	2.785
228	171	165.368	5.631
208	154	160.25	-6.251

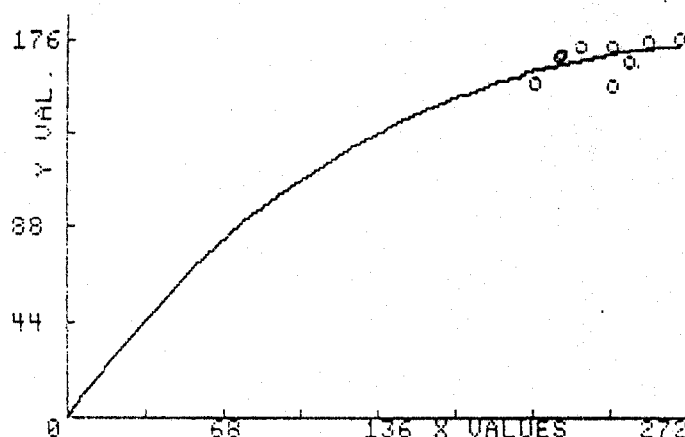
SUMMARY OF STATISTICS ON FITTED MODEL

THE RESIDUAL SUM OF THE SQUARES IS 429.03

THE VARIANCE FOR 8 DEGREES OF FREEDOM IS 53.628

THE STANDARD ERROR OF THE ESTIMATE IS 7.323

THE VALUE FOR F IS 2



ABSTAT 3.04

FILE: MAGNETO

REV#35

COMMAND: PROB

THE PROB FOR AN F OF 2.00000 WITH

1 DEGREES OF FREEDOM IN NUMERATOR AND

8 DEGREES OF FREEDOM IN DENOMINATOR IS:

0.804984

Fig. 45

tros, así como la más baja probabilidad, se deben a que en este caso hemos correlacionado tan solo los pesos de los granulomas, aunque sin tener en cuenta las dosis de magnetoterapia utilizadas. A pesar de ello los indicios son muy satisfactorios como hemos visto.

```

*** MULTIPLE LINEAR REGRESSION ***

DEPENDENT VARIABLE: 7                                10 VALID CASES

COEFF OF DETERMINATION:  0.666208      ESTIMATED CONSTANT TERM:  0.367025
MULTIPLE CORR COEFF:    0.816216      STANDARD ERROR OF ESTIMATE: 4.496E-02

ANALYSIS OF VARIANCE FOR THE REGRESSION:
SOURCE OF VARIANCE    DEGREES OF    SUM OF    MEAN OF    F TEST
                      FREEDOM      SQUARES  SQUARES
REGRESSION             1        3.228E-02  3.228E-02  15.9070
RESIDUALS              8        1.617E-02  2.022E-03
TOTAL                  9        4.846E-02

VARIABLE      REGRESSION    STANDARDIZED    STANDARD    T
              COEFFICIENT  COEFFICIENT    ERROR
2 PESO ANT   -3.018E-03    -0.816215      7.553E-04    -3.99587

```

Fig. 46

A continuación presentamos una tabulación en la que vemos los valores de los principales parámetros estadísticos actualmente utilizados y que hemos calculado para los datos. Los hemos estudiado para las dosis de magnetoterapia, así como para los pesos de los granulomas en los grupos de animales no tratados y en los correctamente tratados, así como los porcentajes de reducción de peso de los granulomas.

<u>Indices Estadísticos</u>	<u>Dosis de magne- toterapia.</u>	<u>Peso granulomas sin tratamiento.</u>	<u>Peso granulomas con magnetoterapia.</u>	<u>% de reducción del peso granulomas.</u>
Media	2,610	231,30	166,40	28,10
Desviación Típica	0,422	28,161	8,426	4,431
Varianza	0,177733	393,733	62,5444	26,2742
Standard de Error	0,133317	6,27482	2,50089	1,62093
Coeficiente Variación	16,1527	8,37953	4,73847	17,5534
Moda	2,85000	228,000	171,000	25,000
Valor Máximo	3,440	289,5	176,8	38,00
Valor Mínimo	2,08	201,4	152,1	23,6
Rango	1,36000	64,000	23,000	13,1405

Cuadro 28

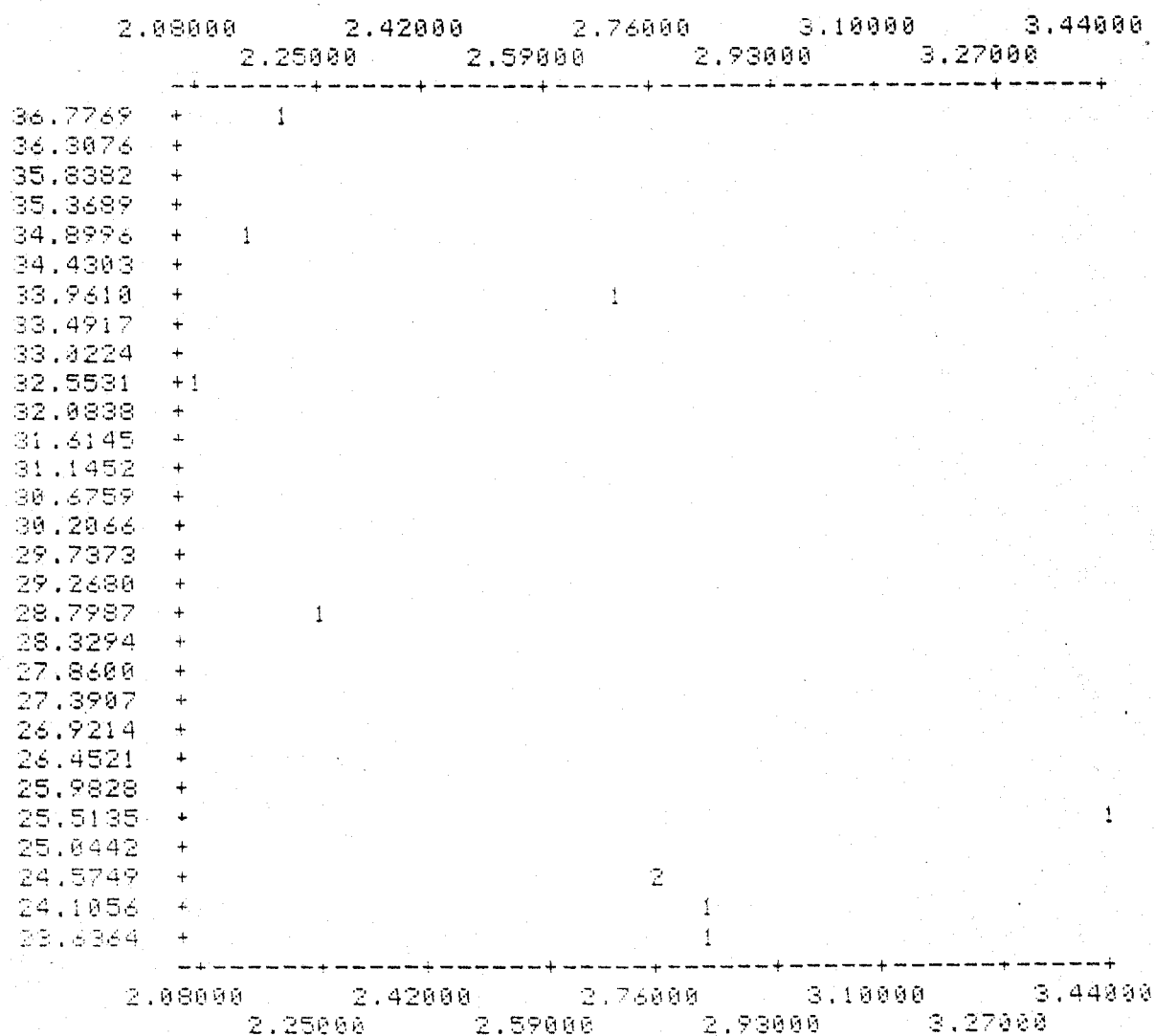
Otra parte necesaria del análisis estadístico y que presentamos sus resultados ahora, fue el análisis de las T de Student en datos agrupados, y con análisis de los dos extremos de la curva para una mayor seguridad en los resultados.

Hemos analizado la significación de las variaciones de peso de los granulomas inflamatorios basados con relación a los que habían sido tratados con magnetoterapia con unas dosis comprendidas entre 2,080 y 3,440 gauss/gr. de peso. $T = 12,7035$.

A partir de ella hemos analizado la posibilidad de que estas variaciones de peso de los granulomas no sean debidas al azar y sí al empleo de tratamiento, y hemos obtenido para ello un $P = 0,99999$, mientras que la posibilidad de que sean debidas al azar es de $P = 0,00001$.

Cuando hacemos el doble análisis de los dos extremos de las curvas, la seguridad es mayor en este test de Paridad, y a pesar de ello se mantiene una probabilidad muy alta ($P = 0,99999$) por lo que prácticamente (con una probabilidad en contra de un 0,00001) puede asegurarse que los descensos en el peso de los granulomas son debidos a la aplicación del tratamiento magnetoterápico.

Finalmente en la figura 47 presentamos una representación gráfica de la distribución por frecuencias de las disminuciones porcentuales de peso de los granulomas, en relación con las dosis de magnetoterapia empleadas en gauss por gramo de peso.



1 DOSIS

Distribución por frecuencias de las disminuciones porcentuales de peso de los granulomas en relación con las dosis de magnetoterapia utilizadas.

Fig. 47

- CAPITULO 5 -

D I S C U S I O N

DISCUSION.-

En este capítulo, principalmente comentaremos los resultados obtenidos en nuestro trabajo y razonarlos, permitiéndonos obtener conclusiones válidas que presentaremos en el siguiente capítulo. A la vez que analizamos nuestros resultados y discutimos la metódica empleada, es preceptivo que realicemos comparaciones con trabajos consultados en la bibliografía existente sobre este tipo de terapias, así como establecer la comparación y la discusión de nuestros resultados con los obtenidos con otros tipos de terapéuticas tanto físicas como químicas en el aspecto antiinflamatorio. Dado que este trabajo es de carácter experimental, trataremos de escoger publicaciones de estas mismas características para que las comparaciones sean de la mayor fiabilidad posible y que las conclusiones de este análisis puedan establecerse en términos de homogeneidad.

En primer lugar, a la hora de iniciar este capítulo, debemos decir, que nos ha inducido a realizar este estudio, el hecho de poder demeritificar este tipo de terapia, que por tener una base empírica y sus orígenes hasta hace escasos años, había sido dejada en segundo término por la medicina científica.

Ha sido particularmente desde comienzos de la década de los 80, cuando han comenzado realizarse, prácticamente en todos los países, estudios científicos^{47,48,95,96}, cuya orientación básica ha sido la misma que nosotros nos hemos propuesto, aunque ya en la década anterior se habían iniciado trabajos clínicos sobre los efectos terapéuticos de la magnetoterapia frente a muy diversas entidades clínicas

aunque dichos trabajos^{9,11,33,35}, por su dispersión temática resultaba muy difícil la sistematización de los mismos y de obtener a partir de ellos conclusiones de carácter general. También la puesta a punto por parte de científicos de otras disciplinas no médicas, físicos, ingenieros, biólogos, etc., de una tecnología más perfecta, permitiendo desarrollar equipos de magnetoterapia con superiores características y magnetóforos de más alta potencia, han permitido la iniciación de esta tendencia a emplear el método científico para estudiar este tipo de terapias.

En nuestro país la Universidad y los más prestigiosos Centros de la Seguridad Social, no son ajenos a este espíritu y han desarrollado líneas completas de investigación en este aspecto, y en este sentido debemos destacar la labor científica del Dr. Rodríguez Delgado de Madrid^{4,5}, y de nuestra propia Universidad de Sevilla, en la que el Prof. Zaragoza Rubira, en su Cátedra de Radiología Física, mantiene una división de investigación en el análisis de este tipo de terapias² así como los cursos anuales sobre magnetoterapia y la propia dirección de esta Tesis que sigue la misma línea antes comentada.

Una de las finalidades de este trabajo, como decíamos, es la desmitificación de esta técnica, para lo cual la hemos despejado de todos los condicionamientos filosóficos y aspectos orientalistas, más de carácter místico-filosófico, empirismos y simbolismos que no le aportaban mas que una negación a la consideración científica de las mismas. También queremos de estas líneas censurar la utilización de estas técnicas por personas, que sin base científica, lo único que suelen obtener es el desprestigio del método sin aportar nada positivo.

Por todo ello en este trabajo, lejos de iniciar un ensayo

clínico, hemos preferido comenzar desde el principio y este camino no es otro que aplicar la metodología científica experimental, único sistema aséptico de enfocar cualquier tipo de análisis o disciplina. Hemos realizado un trabajo de investigación de carácter experimental sobre animales con lo que se anulan todos los condicionamientos psíquicos, que en la experimentación clínica pueda imponer un factor de distorsión de los resultados, eliminando esta variable psicógena, nos permita un análisis de resultados con el menor número de variables independientes no controladas ni contempladas en el trabajo.

Esta es la misma orientación que prácticamente la mayor parte de los investigadores de esta metódica están siguiendo en nuestra década^{97,47,60}, en la que hemos de destacar tres grandes grupos de investigadores a nivel mundial, entre los que destacan La Unión Soviética, Estados Unidos y Francia a nivel de magnetoterapia puntual, donde se están desarrollando los principales trabajos de investigación avanzada en este sentido, en el cual se suelen emplear equipos multidisciplinarios en este aspecto de la investigación, en el que colaboran médicos, ingenieros, físicos, biólogos, etc.

La elección del animal de experimentación a utilizar en nuestro trabajo, ha venido condicionado por varios factores. Hemos empleado las ratas de raza Wistar, por ser la más comúnmente empleada por los distintos autores de las publicaciones consultadas^{54,62,97}, y otros muchos citados en este trabajo. Esto nos permitía la homologación de nuestro estudio con dichos trabajos experimentales sobre magnetoterapia, descartaba los condicionantes de carácter psíquico que antes hemos citado y permitía trabajar con el menor número de variables en este estudio que pudieran conducir a error.

También, gran parte de la bibliografía consultada, acerca de la efectividad terapéutica de los distintos antiinflamatorios de síntesis, empleaban a estos animales en sus investigaciones y también nos interesaba el poder establecer correlación con sus trabajos. Otros factores a considerar eran la facilidad que representaba el contar con estos animales en el Departamento de Investigación Animal de esta Facultad, en un número suficiente que nos permitiera el poder emplear en todos los casos animales que formasen grupos homogéneos entre sí en cuanto a la edad, peso, sexo, etc., factores que consideramos de importancia para poder establecer un grupo estadísticamente homogéneo.

También en cuanto al tiempo para el desarrollo del trabajo, hemos procurado adaptarnos a la orientación del Director del Departamento de Animales de experimentación y a las normas que en estudios de terapias antiinflamatorias, dictaba la bibliografía internacional sobre el particular, dando tiempo suficiente para el desarrollo de los granulomas inflamatorios y poder evidenciar los efectos antiinflamatorios de cualquier tipo de terapia⁹⁴.

Hemos analizado las distintas sustancias que en los laboratorios de investigación animal se emplean para inducir los fenómenos inflamatorios y hemos visto como según las sustancias a estudiar a veces interesa desencadenar modelos experimentales agudos, subagudos o crónicos⁸³. En el primero de los casos se desencadena un edema inflamatorio agudo por inyecciones subcutáneas de sustancias irritantes como la carragenina, el formol o la levadura de cerveza. En estos casos los resultados se establecen en función del volumen del edema que se desencadena en pocas horas⁹⁴ para sobre él probar el efecto de antiinflamatorios de acción rápida⁸⁶. No era este nuestro caso, ya que nos

interesaba la formación de un edema subagudo, que es el más habitualmente producido para probar y valorar los fármacos antiinflamatorios entre ellos, granuloma al algodón, bolsa granulomatosa, granuloma de carragenina o por trozos de cuerpos extraños implantados subcutáneamente. Nosotros hemos preferido para probar el efectos inhibidor de la inflamación por la magnetoterapia, el desencadenar un granuloma de tipo subagudo y en este sentido hemos comprobado el inducido por la implantación subcutánea de un conglomerado de algodón, pero dado que dicho granuloma no era significativamente importante, decidimos generar un granuloma más importante en cuanto al volumen y peso del mismo, por lo cual decidimos emplear sincrónicamente dos sustancias irritantes, ambas de demostrado efecto inflamatorio, como es el algodón ya citado y la solución de carragenina, método que también han empleado otros autores⁸⁶, para lo cual, impregnamos el conglomerado de algodón en 0,1 ml. de solución de carragenina al 1%, con lo cual hemos comprobado que se produce, al implantarlo subcutáneamente un granuloma inflamatorio de carácter subagudo, suficientemente claro y voluminoso que era lo que pretendíamos.

Hemos descartado de entrada la formación de edemas experimentales crónicos que nos hubiera exigido más importantes modificaciones metodológicas en nuestro estudio.

Otra de las razones, además de las anteriores que nos han decidido a emplear este agente irritante es porque la carragenina se ha utilizado ya como pantalla de pruebas frente a casi todos los agentes antiinflamatorios que en los últimos años se han ido sintetizando⁹⁰, principalmente debido a que se empleó en los primeros trabajos farmacológicos de antiinflamatorios y desde entonces los investigadores

han preferido obtener una homologación con aquellos trabajos y que también nos ha movido en nuestro caso a utilizar esta misma sustancia como agente generador de inflamación. También ofrece esta sustancia el beneficio adicional de ser un producto que admite muy bajos límites de colonización bacteriana siendo sistemáticamente negativas las colonizaciones de salmonellas y escherichia coli⁹², por lo que nos ofrecía un muy bajo índice de riesgo de infección secundaria, aunque en todo momento, hemos trabajado en condiciones de máxima asepsia.

Como agente antiinflamatorio a probar, hemos usado magnetóforos de acero-niquel, cilíndricos de bases convexas con 51.2 mm. de diámetro, 21.5 mm. de altura, con un peso de 200 mg. y una intensidad magnética de 500 gauss, equipos muy frecuentemente muy utilizados en los trabajos experimentales^{36,37}, pues aunque existen magnetóforos de mayor potencia, que se han obtenido al utilizar aleaciones especiales de acero como los de cobalto-samarium, capaces de alcanzar unas intensidades de hasta 3.000 gauss y que algunos autores emplean^{75,77,78}, generalmente los hacen en animales de mayor embargadura física, para los que se necesita una mayor energía magnética o bien en la clínica para fines muy concretos. Dado el tamaño y peso de las ratas, hemos considerado conveniente la utilización de los magnetóforos descritos anteriormente al igual que otros autores⁹⁶, dado que nuestra experiencia nos ha confirmado que con estos magnetóforos se alcanza una mejor idoneidad en cuanto a las dosis de magnetoterapia empleadas en función del peso de los animales que hemos utilizado.

No hemos empleado las placas magnéticas alternativas como propugnan algunos autores^{43,44,46}, porque con ellas se yuxtaponen los elementos Norte y Sur, no permitiendo el estudio diferencial de los

polos. Hecho en el que coincidimos con³⁶, el cual afirma que esta metódica anula la base fundamental de la magnetoterapia puntual. Además en nuestro caso nos interesaba un efecto magnetoterápico concretamente Sur, lo cual no podíamos conseguir con este tipo de placas magnéticas y finalmente, dada la reducida área del animal a tratar, estas placas resultaban excesivamente grandes en relación al tamaño del granuloma inflamatorio.

Con los magnetóforos que hemos empleado, nos interesaba una perfecta polaridad de las caras de los imanes, la aguja Norte de la brújula señala hacia una masa magnética Sur que se encuentra en el polo paradójicamente llamado Norte. Una brújula ante un imán indica con su aguja Norte la cara Sur del imán.

El polo Norte de un magnetóforo manifiesta un efecto descontracturante muscular cuando es aplicado en el músculo o mejor en su unión ligamento-muscular, hecho comprobado ya experimentalmente por los Dres. Orengo y Baron³⁷, además de un efecto miorrelajante de la fibra muscular lisa, mientras que el polo Sur presenta un efecto ligeramente contracturante confirmado documentalmente³⁷, pero sobre todo, y para nosotros más importante un efecto antiálgico y antiinflamatorio³⁶ que era el que pretendíamos en nuestro trabajo. Estos efectos, con carácter general ya habían sido descritos por otros autores, aunque sin expresar estos conceptos de polaridad⁵².

Al igual que en la mayor parte de los trabajos de experimentación y en aras de una correcta metodología científica, en nuestro caso, de los cinco grupos de animales con 10 individuos cada uno que se establecieron, los dos primeros grupos sirvieron para el estudio

de la génesis de los granulomas inflamatorios, a la vez que se emplearon como grupos de control de la eficacia terapéutica de los grupos siguientes. Los grupos de análisis terapéutico (3 y 5) sirvieron para controles específicos del efecto antiinflamatorio que se pretendía estudiar en este trabajo y que se puso en práctica con el grupo 4. Esta metódica de diversos controles es obligada en el método experimental y prácticamente desarrollada por todos los autores^{86,87,94}.

En relación con otros estudios experimentales, aparte del grupo de control sin tratamiento, y el grupo propiamente dicho de estudio terapéutico, como establecen autores que estudian igualmente el efecto antiinflamatorio de la magnetoterapia, aunque de carácter general, lo que les obliga a utilizar distintos tiempos de duración.⁹⁴ En nuestro caso hemos preferido establecer un doble sentido de control sobre nuestro grupo terapéutico (grupo 4). En este aspecto coincidimos con los estudios de sustancias antiinflamatorias químicas, que suelen establecer controles múltiples de efectividad y a doble ciego para dar un mayor rigor científico a sus trabajos^{86,87}.

Después de concluido el trabajo, nuestra labor se centra en el análisis de los resultados, para lo cual, como es habitual en los trabajos científicos, se ha hecho un estudio estadístico gráfico y matemático de los datos obtenidos.

En nuestros resultados hemos dedicado un apartado para analizar la homogeneidad de los animales empleados dentro de los distintos grupos y en general, en función del sexo, peso, y calculando los valores medios en cada uno de estos aspectos, con sus desviaciones típicas, ya que en todo caso se han escogido los animales idóneos

en relación con los anteriores conceptos para evitar las excesivas desviaciones standards sobre los valores promedios de cada grupo.

Del análisis de los resultados de este apartado, destacamos la uniformidad en cuanto al sexo, ya que el 50% de las ratas eran machos y el 50% hembras; los pesos medios de los 25 animales de cada sexo fueron de 215.4 ± 40.127 gr. para los machos y de 161.6 ± 27.030 gr. para las hembras. Dichos valores, posteriormente en nuestro trabajo se estudiaron independientemente por grupos y se llegó a unos valores de peso para los conjuntos de ratas para los cinco grupos que fueron de 191.8 ± 14.2 gr. de peso medio.

También hemos tenido en cuenta, según hemos visto en algunas publicaciones⁸⁶, la presentación de los hechos en que se realizó el trabajo para descartar errores que pudieran tener relación con los cambios climáticos o estacionales, pues sabemos que las ratas en función de los cambios de temperatura sufren modificaciones metabólicas que pudieran no ser consideradas en este estudio, por lo que el trabajo completo se ha realizado a un régimen de temperatura y humedad constantes y dentro de un período de tiempo de dos meses. En ningún caso, en el tiempo que duró este estudio se han apreciado signos de toxicidad o de efectos secundarios de la magnetoterapia.

Como se acostumbra a realizar en este tipo de trabajo la evaluación del efecto, tanto el flogístico determinado por las sustancias irritantes como el efecto antiinflamatorio ejercido por la terapia que se está probando, se realiza pesando los granulomas inflamatorios al final del trabajo^{87,94}. Y esta misma metódica hemos seguido nosotros, pero a diferencia de lo que hemos visto en otras publicaciones^{83,94}

y para una más exacta evaluación del componente inflamatorio en sí, a los pesos de los granulomas obtenidos, les hemos restado los pesos correspondientes a los cuerpos extraños previamente implantados que actuaron como generadores del proceso inflamatorio.

Analizados detalladamente en cada uno de los grupos el peso de los granulomas finales y restándoles a estos los 11.2 mg. del conglomerado de algodón con carragenina desecada, se obtuvieron una serie de datos que por una parte, (grupos 1 y 2) evidenciaban el efecto flogístico de las sustancias irritantes y por otra (grupo 3, 4 y 5) los supuestos efectos terapéuticos que se esperaban demostrar. Los resultados medios de estos pesos de los granulomas en los distintos grupos, así como la reducción de peso de los granulomas por el efecto antiinflamatorio del magnetóforo y el porcentaje de dicho efecto antiinflamatorio, los presentamos en la siguiente tabla, hemos de hacer notar que en los grupos 1 y 2 no se expresan estos conceptos ya que en ellos no se aplicó terapia alguna.

A partir de esta tabla ya podemos apreciar los significativos resultados que comienzan a apreciarse en el grupo 4 con respecto a los demás grupos en que se ha empleado terapia, pues cuando se comparan las reducciones de peso de los granulomas y su correspondiente tanto por ciento de su efecto antiinflamatorio (65 mg. de reducción equivalentes a un 28.1 %) en este grupo 4 y se comparan con los grupos 3 y 5 en los que el efecto antiinflamatorio es prácticamente nulo, tenemos ya una primera aproximación a las conclusiones definitivas del trabajo que demuestra la eficacia de la magnetoterapia puntual con magnetóforos en el tratamiento de edemas experimentales.

GRUPO	nº de Animales	Peso medio de los granulomas originales. (Expresado en Mg.)	(Expresado en Mg.) Peso medio de los gra- nulomas descontado el del conglomerado de algodón	(Expresado en Mg.) Mg. de peso de re- ducción del granuloma con respecto al grupo	Porcentaje de reducción o efec- to antiinf.
1	10	168187 [±] 111758	158187 [±] 111750	Sin tratamiento	Sin tratamiento
2	10	242130 [±] 281222	231131 [±] 281161	Sin tratamiento	Sin tratamiento
3	10	236182 [±] 111231	225162 [±] 111231	5 [±] 241218	2106 %
4	10	177169 [±] 81426	166140 [±] 81426	65 [±] 131191	2811 %
5	10	239103 [±] 171535	227183 [±] 171535	315 [±] 231985	115 %

Cuadro 29

Comparando éste con otros trabajos similares sobre edemas / experimentales producidos también mediante el empleo de la carragenina como agente inductor del proceso inflamatorio, aunque en esta ocasión, inyectadas subcutáneamente y sometido a la terapia magnética⁹⁴, hemos apreciado que nuestros valores son equivalentes a por estos autores obtenidos, hecho que nos ha animado a seguir estudios comparativos con otros tipos de terapias, no ya de carácter físico, sino químico en las que se ha utilizado igualmente la carragenina.

Existen trabajos publicados, y a los que ya hemos hecho referencia en los que se estudian los efectos de distintas drogas anti-inflamatorias sobre el edema de carragenina entre los que destacamos los realizados por Maruyama de la Universidad de Marianna en Japón⁸⁶ utilizando imidazopiridina y derivados del mismo, como el miroprofen, la indometacina, el ciclofenac, el ibuprofen, fenilbutazona, ácido acetil salicílico y ácido mefenámico, empleando distintas dosis para dichos productos, pero estudiando los tantos por cientos de inhibición de estos edemas, el método terapéutico con magnetóforos tendría un efecto similar en ratas a dosis de 3 mg./kg. de peso de miroprofen, a unos 0,7 mg. de indometacina por kg. de peso, a unos 0,2 mg/kg. de peso de diclorofenac, a unos 5-6 mg/kg de peso de ibuprofen, a unos 40-50 mg/kg de peso de fenilbutazona, a unos 15-20 mg/kg de peso de ácido acetil salicílico y a unos 15 mg. de acidomefenámico.

Como decimos, estos resultados no son absolutamente exactos por las variaciones metodológicas que este autor ha empleado con respecto a nuestro trabajo y por ello no presentamos estos datos como conclusiones definitivas, pero si con un carácter orientativo en general, acerca de la eficacia de nuestra terapia.

Entre los resultados que hemos presentado en el capítulo anterior, cuando realizábamos los distintos grupos de trabajo, destacábamos el valor gráfico de los histogramas comparativos de la efectividad terapéutica de los distintos grupos tratados, en los grupos 3 y 5, cuya misión ha sido el servir de grupos de control a la terapia principal como era la presencia de un imán desactivado para asegurarnos de que no seña a la presencia del cuerpo metálico el efecto terapéutico obtenido en el caso del grupo 3, y de como un magnetóforo activo, pero situado en un lugar distante del foco inflamatorio, tampoco ejercía efecto alguno. Los resultados nos han confirmado estos hechos, demostrando que para obtener un beneficio terapéutico, el magnetóforo activo debe estar sobre el foco inflamatorio. Destaquemos que el efecto antiinflamatorio obtenido en el grupo 4 ha sido 13 y 18 veces superior a los obtenidos en los grupos 3 y 5 respectivamente.

Escasas son las referencias que existen en la bibliografía, acerca de las dosis de magnetoterapia puntual con magnetóforos que se emplean en el tratamiento de la inflamación, nosotros no hemos encontrado referencias en este sentido en los trabajos consultados.

Siguiendo el paralelo de la farmacología, hemos tratado de calcular el número de gauss por unidad de peso que hemos utilizado en nuestro trabajo, pues dado que el peso de los animales, aunque bastante similar, nunca es el mismo exactamente, y dado que el magnetóforo tiene una intensidad magnética constante de 500 gauss, aquellos animales con menor peso recibían una dosis superior de magnetoterapia. Este análisis lo hemos realizado en los dos grupos (grupo 4 y 5) en los que se han empleado magnetóforos activos.

Las dosis medias que hemos empleado en nuestro trabajo han sido en el grupo 4 de 2161 ± 01422 gauss/gr. de peso y en el grupo 5 de 2152 ± 01328 gauss/gr. de peso.

Es esta una manera de expresar la dosificación que consideramos adecuada a la hora de realizar estudios sobre magnetoterapia puntual, pues de este modo podrían homologarse los estudios de los diversos autores en orden a poder valorar los resultados obtenidos, pues el hecho habitualmente publicado de indicar la potencia del magnetóforo usado, no lo consideraremos suficientemente efectivo si no se valora paralelamente el peso de los animales sobre los que se ha aplicado el magnetóforo, con expresión de los gauss que por gramo de peso se han empleado.

Ante de terminar este capítulo, presentamos unas tablas de distribución porcentual de efectos terapéuticos obtenidos aplicando magnetóforos en el grupo 4.

Reducción de peso de los granulomas (valor medio 65142 ± 131191 mg.)

Reducción de peso en mg. de 50 a 65 mg. de 65 a 80 mg. de 80 a 95 mg.

Nº de animales	50% del total del grupo	30% del total del grupo	20% del total del grupo.
----------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

Cuadro 30

Efecto antiinflamatorio (valor medio $2811 \pm 41431\%$)

% de efecto antiin-
flamatorio

20-25%

25-30%

30-40%

Nº de animales

30% del total
del grupo

50% del total
del grupo

20% del to-
tal del grupo

Cuadro 31

Dosis de magnetoterapia (valor medio $2\dot{1}61 \pm 0\dot{1}422$ gauss/gr. de peso).

Dosis	de 2-5 $\dot{1}$ 5 gauss/gr.	de 2 $\dot{1}$ 5-3 gauss/gr.	de 3-3 $\dot{1}$ 5 gauss/ /gr.
Nº de Animales	40% del total del grupo	50% del total del grupo	10% del total del grupo

Cuadro 32

Otro concepto que hemos estudiado y que consideramos útil y técnicamente necesario su empleo, es el de establecer ante una terapia física como ésta, con valores físicamente medibles, es el tratar de detectar en los trabajos las dosis óptimas obtenidas en cada caso concreto para ir creando un cuerpo de experiencia en dosificaciones específicas para cada tipo de patología. En este sentido nosotros hemos apreciado que la dosis óptima, con la cual hemos obtenido los resultados más favorables en nuestro trabajo, presenta un valor medio de $2\dot{1}28 \pm 0\dot{1}383$ gauss/gr. de peso para este tipo de animales y como base del tratamiento de estos procesos inflamatorios experimentales mediante magnetóforos.

- CAPITULO 6 -

R E S U M E N

R E S U M E N.-

De un conjunto homogéneo en cuanto al peso de las ratas Wistar, hemos formado cinco grupos de trabajo para realizar un estudio experimental y valorar los efectos antiinflamatorios de la magnetoterapia puntual.

Hemos empleado magnetóforos de 5,2 mm. de diámetro y 2,5 mm. de altura de forma discoidal biconvexa, con una intensidad magnética de 500 gauss.

En orden a establecer la máxima rigurosidad para asegurar la fiabilidad del método empleado, cuatro de los cinco grupos nos han servido de controles.

Como agente desencadenante del proceso inflamatorio experimental, hemos utilizado un conglomerado de algodón de 10,0 mg. de peso impregnado en 0,1 ml. de solución de carragenina al 1% desecado y estéril.

El protocolo de trabajo ha consistido en desencadenar en los animales de experimentación un granuloma inflamatorio, inducido por las citadas sustancias irritantes en un período de tiempo de ocho días con las máximas medidas de asepsia, durante todo el proceso.

Los grupos 1 y 2 han servido para estudiar los granulomas inducidos por estas sustancias, en el grupo 1 mediante el conglomerado

de algodón aislado y en el 2 impregnado éste con solución de carragenina y han servido como control evolutivo del granuloma sintratamiento, ya que no se les aplicó terapia alguna.

Los grupos 3, 4 y 5 sirvieron para estudiar el efecto antiinflamatorio que sobre estos granulomas ejercía la magnetoterapia puntual, para lo cual se estudiaron las disminuciones de peso de dichos granulomas y los porcentajes de esta reducción.

También, en estos grupos, en los que se aplicó terapéutica se han ejercido rigurosos controles. En este sentido, al grupo 3 se le aplicó un magnetóforo previamente desimantado sobre el foco inflamatorio para descartar que el beneficio terapéutico se debiera a la pieza metálica o a factores no contemplados en el trabajo o variables independientes.

En el grupo 5, también utilizado como sistema de control, se aplicó un magnetóforo activo, pero alejado del foco inflamatorio, para comprobar si el efecto antiinflamatorio del magnetóforo pudiera ejercerse a distancia.

En el grupo 4, base del actual estudio experimental, ha servido para demostrar la acción antiflogística de los magnetóforos utilizados cuando se colocaban sobre el foco inflamatorio y activo.

Pasados los 8 días y comprobada la no presencia de procesos infecciosos asociados, se extrajeron quirúrgicamente los granulomas para determinar el peso que en cada uno de los grupos presentaba.

Tras el estudio y análisis estadístico de los valores del peso de estos granulomas, hemos comprobado un importante efecto antiinflamatorio ejercido en el grupo 4 por los magnetóforos activos, reforzado por la prácticamente nula acción antiflogística comprobada en los restantes grupos de control terapéuticos.

Expresadas en cifras estas afirmaciones resultan muy evidentes, pues mientras que la reducción en el peso del granuloma obtenida en los grupos 3 y 5 fue de 5 ± 24.218 y de 1.5 ± 23.985 mg. respectivamente, equivalentes a un porcentaje de reducción del proceso inflamatorio de un 2.06 % y de 1.5 % respectivamente, en el grupo 4 la reducción del peso fue de 65 mg. lo que equivale a un 28.1 % de efecto antiinflamatorio sobre los granulomas.

De la correlación entre los parámetros: dosis de magnetoterapia y porcentaje de reducción de peso de los granulomas, hemos comprobado también, que el efecto antiinflamatorio se incrementa al aumentar la dosis de magnetoterapia, pero al llegar a un máximo de efecto terapéutico, al seguir aumentando las dosis de magnetoterapia, paradójicamente la acción antiinflamatoria comienza a disminuir.

Otro hecho que hemos comprobado en este estudio, una vez deducidas las dosis de magnetoterapia empleadas, expresadas en gauss/gr. de peso, ha sido la comprobación de la existencia de unas dosis óptimas, cuyo valor medio ha resultado ser de 2.28 ± 0.3 gauss/gr. de peso con los cuales se obtienen con este método los mejores resultados antiinflamatorios.

- CAPITULO 7 -

CONCLUSIONES

1. Llamamos magnetoterapia a la utilización terapéutica de los campos magnéticos. Diferenciamos la magnetoterapia zonal o general de la puntual. La primera se aplica mediante unidades especiales, generalmente solenoides donde se introduce la parte a tratar. Utiliza fundamentalmente campos magnéticos pulsantes de diversas formas de onda, con bajas frecuencias (máximo 100 Hz) y bajas intensidades (máximo 100 gauss). En cuanto a la puntual se realiza mediante aplicación de campos fijos, Norte o Sur, producidos por aparatos o por imanes aplicados localmente (magnetóforos).
2. El repaso bibliográfico realizado nos indica que hay muy pocos artículos dedicados al estudio clínico de la magnetoterapia, que generalmente se trata de estudios abiertos y no randomizados, comparativos y simple o doble ciego, por lo que es realmente difícil concretar los límites de su valor clínico. Por otra parte, son muy escasos los estudios básicos que valoren efectos terapéuticos concretos en experimentación animal.
3. Para comprobar la existencia de efecto antiinflamatorio en magnetoterapia puntual con magnetóforos elegimos, como modelo de experimentación, la producción de una inflamación con carragenina sobre la zona cervical de la rata. Como tratamiento empleamos discos magnéticos de 500 gauss aplicados de modo continuo, con la cara Sur sobre el granuloma inflamatorio. Como criterio de valoración se utilizó el peso del granuloma, una vez extraído.
4. La técnica de producción del granuloma ha sido la implantación subcutánea de un conglomerado de algodón de 10 mg. de peso, im-

pregnado con 0.1 ml. de carragenina al 1%. En todos los casos se ha mostrado como una excelente técnica de producción de granulomas inflamatorios de carácter subagudo.

5. El diseño experimental ha sido el siguiente: establecimos cinco grupos de 10 ratas cada uno, controlando la homogeneidad de peso en ellos con un reparto de sexo de cinco machos y cinco hembras en cada uno. La actuación sobre cada grupo fue:

- Sobre el grupo primero se implantó el algodón sin carragenina.
- Sobre el grupo segundo se implantó el algodón con carragenina y sin ningún tratamiento.
- Sobre el grupo tercero se implantó el algodón con carragenina, aplicando un disco magnético inactivo sobre la zona inflamada.
- Sobre el cuarto grupo se implantó el algodón con carragenina, aplicando un disco magnético activo sobre la zona afecta.
- Sobre el quinto grupo se aplicó el algodón con carragenina y un disco magnético activo no situado sobre la zona afecta, sino a distancia (región lumbar).

6.- El tratamiento establecido se inició inmediatamente a la producción del granuloma, y se mantuvo durante 8 días hasta el sacrificio del animal. Realizado éste, se extrajeron los granulomas que se pesaron en balanza de precisión.

7.- Los pesos medios de los granulomas inflamatorios recién extraídos quirúrgicamente en los cinco grupos estudiados fueron:

Primer Grupo.- 168.87 ± 11.758 mg.

Segundo Grupo.- 242.30 ± 28.222 mg.

Tercer Grupo.- 236.82 ± 11.231 mg.

Cuarto Grupo.- 177.69 ± 8.426 mg.

Quinto Grupo.- 239.03 ± 17.535 mg.

- 8.- Los pesos medios de los granulomas de los cinco grupos, después de restar el peso del material implantado para generar la inflamación fueron:

Primer Grupo.- 158.8 ± 11.75 mg.

Segundo Grupo.- 231.3 ± 28.16 mg.

Tercer Grupo.- 225.6 ± 11.23 mg.

Cuarto Grupo.- 166.4 ± 8.42 mg.

Quinto Grupo.- 227.8 ± 17.53 mg.

- 9.- Considerando la evolución normal del granuloma producido por carragenina la correspondiente al grupo 2, y adoptando como peso medio en el momento del sacrificio (8 días) el de 231.3 ± 28.16 mg.; podemos valorar el efecto de cada terapéutica aplicada como diferencias entre el peso medio del granuloma formado y el de libre evolución. Estos nos da las siguientes cifras:

Tercer Grupo.- 5.7 ± 24.218 mg.

Cuarto Grupo.- 65 ± 13.191 mg.

Quinto Grupo.- 3.5 ± 23.985 mg.

- 10.- Expresando las cifras anteriores en porcentaje de reducción del granuloma según la terapéutica aplicada, tendremos los siguientes:

Tercer Grupo.- 2.06% de efecto antiinflamatorio.

Cuarto Grupo.- 28.1% de acción antiinflamatoria.

Quinto Grupo.- 1.5% de efecto antiinflamatorio.

- 11.- Comparados por grupos los efectos antiinflamatorios deducidos

por la reducción de peso de los granulomas en los grupos 3, 4 y 5, se aprecia que el efecto antiinflamatorio obtenido por el Grupo 4 ha sido 13 y 18½ veces superior al obtenido en los grupos de control 3 y 5 respectivamente evidenciando el superior efecto terapéutico de los magnetóforos activos colocados sobre la zona inflamada que en este trabajo pretendíamos comprobar.

12.- La reducción del peso de los granulomas en el grupo 4 se distribuye de la siguiente forma:

En el 20% de los animales la reducción de peso de los granulomas osciló entre 80 y 95 mg.

En el 30%, la reducción de peso de los granulomas osciló entre 65 y 80 mg.

En el 50% de los animales la reducción de peso del granuloma osciló entre 50 y 65 mg.

13.- En función de las anteriores conclusiones, confirmamos que la magnetoterapia puntual con magnetóforos, ejerce un efecto antiinflamatorio evidente (28%) sobre los granulomas inflamatorios subagudos producidos por la inclusión subcutánea de un conglomerado de algodón impregnado con carragenina en ratas Wistar.

14.- Refiriendo las dosis de magnetoterapia aplicadas al peso de los animales, comprobamos que el efecto antiinflamatorio se incrementa progresivamente al aumentar la dosis aplicada hasta alcanzar un máximo de efecto terapéutico, pasado el cual el incremento de dosis no aumenta la eficacia terapéutica, sino que incluso la disminuye.

- 15.- De nuestra experimentación deducimos que, en nuestro modelo experimental hay para los ocho días, una dosis antiinflamatoria óptima de magnetoterapia cuyo valor medio es de $2'28 \pm 0'383$ gauss/gr. de peso.
- 16.- Con ello creemos haber aportado una confirmación experimental, de la que no encontramos precedente bibliográfico alguno, sobre la acción de la magnetoterapia puntual por magnetóforos sobre la inflamación subaguda experimental.

- CAPITULO 8 -

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA.-

1. Eggers I: Los filósofos presocrsticos, Vol.1. Madrid, Gredos, 1.978; 58-61.
2. Prf. Zaragoza JR: Primer curso de magnetoterapia. Conferencia inaugural. Sevilla, Junio 13-14, 1.986.
3. Dana JH: Especialización para la medicina psicosomática. Actas del Congreso de Magnetoterapia de Rapallo. Rapallo; Oct. 27-28; pgs. 1-5, 1.979.
4. R-Delgado JM: Magnétic Fields in biology. Madrid, pags 6-8, 1.984.
5. R-Delgado JM: Oviposition and development of drosophila modified by magnetic fields. Bioelectromagnetics 4: 315-326, 1.983.
6. Marín-Alonso F: Campo eléctrico y magnético. Madrid, ed. Alhambra, 162-164, 1.974.
7. Marín-Alonso F: Campo eléctrico y magnético. Madrid, Ed. Alhambra, 211-214, 1.974.
8. Roger L.Bruce R: Magnetic induction for the sensing of magnetic fields by animals. J. Theor Biol. 87:25-32. 1.980.
9. Altmann J, Actas del congreso de magnetoterapia de Rapallo. Rapallo, Oct. 27/28 pgs, 79-88, 1.979.
10. Galvez C: Magnetoterapia puntual: efectos sobre la obesidad. Tesis de Licenciatura, Sevilla, 95; 1.984.
11. Gualtierotti R.: Novedad en el campo de la salud: Campos magnéticos pulsantes. Milán, Revista de la Cátedra MPT: 2, pgs. 1-2, 1.979.
12. Milazzo G.: Bioelectroquímica y bioelectromagnetismo. Primer meeting internacional A.B.A.EM. Venecia, Febrero 23-25, Secc. 1, com. 3, 1.984.
13. Cadosi R.: Ferraris S. Roncaglia B. Efectos de los campos electromagnéticos pulsátiles de baja frecuencia sobre la respuesta a las leciti-

- nas de los linfocitos humanos normales y de leucemia linfocítica crónica. Primer meeting internacional A.B.A.E.M.; Venecia, Febrero, 23-25. Secc. III, com. 5, 1.984.
14. Liboff AP.: Interacciones celulares electromagnéticas a baja frecuencia. I meeting internacional A.B.A.E.M. Venecia, Febrero 23/25, Sec. II com. I, 1.984.
 15. Farndale RW.: Los campos magnéticos de bajísima frecuencia intensifican la producción de tejido conjuntivo. I meeting internacional A.B.A.E.M. Venecia. Sec. III, com. I, 1.984.
 16. Delport PH. y cols. Efectos metabólicos de los campos electromagnéticos pulsátiles sobre la piel de la rata. I meeting internacional A.B.A.E.M. Venecia, Febrero 23-24. Sec. III, com. 2, 1.984.
 17. Piccardi G. Biological mechanisms of the magnetic field action. IEEE Transaction of magnetics, 17,5. 1.981.
 18. Purusjanon the mechanism of biological action of constant magnetic field, Izvestija Acad. Sci.URSS., N-4, 535-540, 1.970.
 19. Lechner F. Estimulación electrodinámica de desuniones postraumáticas. I meeting internacional A.B.A.E.M., Venecia, Febrero 23-25. Sec.IV, com.I, 1.984.
 20. Delport P.: Análisis clínico de 90 pacientes con desuniones tratadas con campos electromagnéticos pulsados. Congreso de magnetoterapia
 21. Fontanesi G.: Grupo italiano para el estudio de los efectos de los campos magnéticos pulsátiles de baja frecuencia: tratamiento de las pseudoartrosis congénitas y adquiridas. I meeting internacional A.B.A.E.M. Venecia, Febrero, 23-25. Sec.IV, com. 3, 1.984.
 22. Negri V., Rinaldi E.: Tratamiento de psudoartrosis infectadas de la extremidad inferior con campos electromagnéticos de baja frecuencia. I meeting internacional A.B.A.E.M., Venecia, Febrero 23-25. Sec. IV, com.1. 1.984.

23. *Mazzaro E., Melanotte PL.: Nuestra experiencia en el empleo de campos magnéticos pulsantes de baja frecuencia para combatir la pseudoartrosis y los retrasos de consolidación. Congreso de Londres. Londres, Sec. 3: 21. 1.984.*
24. *Melanotte PL.: Lesiones traumáticas agudas en los deportes. Efectos del tratamiento con campos pulsantes de baja frecuencia. Congreso de magnetoterapia de Londres, Sec.III: 24,1.984.*
25. *Haimovici N.: Utilizzazione clinica di campi magnetici pulsati a bassa frequenza e debole intensita nell'ambito dell'ortopedia e traumatologia. En Bistolfi, F.: Campi magnetici in medicina. Torino, 325-342, 1.983.*
26. *Mariani G., Losito A, De Giorgi G.: Estudio experimental del tratamiento de artropatías y miopatías hemofílicas. Congreso de magnetoterapia de Londres. Londres, Sec. III, 23-24. 1.984.*
27. *Fahmy Z.: La magnetoterapia en las afecciones reumáticas. Congreso de Magnetoterapia de Rapallo; resúmenes comunicaciones. Octubre, 1.979.*
28. *Zucco F.: Campos magnéticos de baja intensidad y de extremadamente baja frecuencia en la artritis degenerativa senil. I meeting internacional A.B.A.EM. Venecia, Febrero 23-25. Sec. IV, com.20, 1.984.*
29. *Peruzzi F.: Experiencia personal con la terapia con campos magnéticos de bajísima frecuencia en algunas enfermedades reumáticas. I meeting internacional A.B.A.EM. Venecia, Febrero 23-25, Sec. IV. com. 17, 1.984.*
30. *Kyriakoulis A.: Tratamiento de la artrosis con magnetoterapia Ronefor en la práctica general. I meeting internacional A.B.A.EM. Venecia, Febrero 23-25. Secc. IV, com. 15, 1.984.*
31. *Lenzi M., Bistolfi F.: Campi magnetici ed effetto ossigeno. En Bistolfi, F: Campi magnetici in medicina. Torino, pgs. 387-398, 1.983.*

32. Warnke U. *The effect of low frequency pulsating magnetic field on the peripheral blood circulation. Atti. Semin-Bio-Medico Soluz. Altrnat alle Rad. Ionizz in Medicina. Roma, pags. 67-80, 1.981.*
33. Martinez-Comin MP.: *Resultados clínicos con magnetoterapia en la patología del aparato locomotor. Actas del Primer Congreso Internacional de magneto-medicina. Rapallo, Octubre 27-28, pags. 21-22, 1.979.*
34. Serrano S.: *A cura della S.I.M.M.E. Societa Italiana di Electromagneto-Medicina. Ann 1, Fascicolo 1. Gennaio, pags. 1-14, 1.983.*
35. Vascarale C.: *Magnetoterapia: experiencias e hipótesis de verificación experimental. Actas del Primer Congreso de Magnetoterapia. Rapallo, Octubre 27-28, pags. 35-40, 1.979.*
36. Kerdaniel P.: *La magnetotherapie: Etude a propos de 40 cas de pathologies algo-inflammatoires et post-traumatiques. Extrait du magazine FMT medical, número 12, Junio, pgs. 15-18, 1.984.*
37. Orengo P., Baron JB.: *Biomagnetisme et orthopedie. Extrait du magazine FMT medical, número 10, decembre, pgs. 5-9, 1.983.*
38. Gualtierotti R.: *Investigaciones experimentales sobre la acción de los campos magnéticos para la prevención de la úlcera experimental de contricción. Acta del Primer Congreso Internacional de magnetoterapia. Rapallo, Octubre 27-28, pgs. 51-54. 1.979.*
39. Gualtierotti R.: *Investigación experimental sobre la acción de la magnetoterapia sobre la parálisis intestinal. Revista de la Cátedra, 5, pgs. 41-46, 1.979.*
40. Geiculescu V., Jianu E., Iordache E., Luiganu L.: *Contribución al tratamiento del asma bronquial en la localidad de Génova, efectuados con el auxilio de campos electromagnéticos de baja frecuencia en régimen discontinuo de excitación producidos por el aparato de magnetoterapia. Acta del Primer Congreso de Magnetoterapia Interna-*

- cional. Rapallo, Octubre 27-28, pgs. 68-69, 1.979.
41. Melnikova MM., Kunitsyna GA., Toroptsev ND.: Use of a weak acoustic-frequency magnetic field in the complex treatment of diseases of the internal genital organs of women. *Akush Ginecol. Mosk*, Sep. 9, 55-7, 1.983.
 42. Dinculescu T. Brostean E., Macelarin A.: La influencia de la magnetoterapia sobre un encefalograma humano. *Revista médica del Hospital Vasile Ponița (Director Spichez)*. Volumen 3: El 60-63, 1.980.
 43. Helmut P., Michael-Werner K. Ensayo de los campos magnéticos estáticos para la terapéutica del hematoma experimental, 1.984.
 44. Schnid I.: Uso de la placa magnética alternativa en diferentes tipos de dolor del sistema locomotor. Austria, 1.983.
 45. Kokoschinegg P.: Aplicaciones de los campos magnéticos alternantes en medicina. 51 Simposium de la Sociedad Médica de terapéuticas prácticas de Baden-Baden. Noviembre, F. Alemania, 1.982.
 46. Kletter G.: El uso de las placas magnéticas alternativas en el tratamiento de la lumbalgia crónica. 1.983.
 47. Meyers SM.: Intraocular extraction of a magnetic foreign body. *Ophthalmic Surg.* 12 (12) 917. Dec., IMD = 8207. United States, 1.981.
 48. Bricot B.: Contribución a la corrección de los trastornos estáticos por acción sobre el apoyo podal. Marsella, pag 6-7. 1.984.
 49. Orengo P.: Proceedings of the Seventh International Workshop on rare earth-cobalt permanent magnets and their applications. Pekin, Sep. 16-18, 1.983.
 50. Molotkov VN., Kuzhko MM.: Comparative characteristics of the flow-volume loop and other indices of external respiratory function in patients with obstructive bronchial diseases during magnetophore therapy. *Vrach Delo*, 4, 50-3, Apr. IMD = 8414 Russian, 1.984.

51. Kopyov A.: Treatment of pathological points using polarized magnets. New York, 175-177, 1.983.
52. Molotkov VN., Kozhko MN., Kogosova LS.: Magnetophore therapy in the combined treatment of patients with obstructive bronchial diseases and its effect on immunological reactivity. *Ter Arkh*, 56 (10) 20-5, Russian, 1.984.
53. Stasiuk GA., Rodner I.: Morphological changes in the air-blood barrier in pulmonary tuberculosis treated with a permanent magnetic field. *Vrach Delo*, (7) 52-4, Russian, Jul. 1.984.
54. Gálvez C.: Magnetoterapia puntual: efectos sobre la obesidad Tesis de Licenciatura. Pgs. 69, Dic. 1.984.
55. Orzheshkovskii VV., Chopchic DI., Fastykovskii AD.: Effectiveness of decimeter wave and magnetophore therapy in hypertension. *Vrach Delo* (1) 65-7, 1.982.
56. Laurinets VI., Zotova AI.: Effectivenesses of magnetophorotherapy and oxygen baths in patients with hypertension in the vorzel health resort. *Vrach Delo Jun.* (6) 28-30, 1.984.
57. Ponomarev I., Sorokina E., Bodkova AS.: Cortisol and aldosterona content of the blood of patients with ischemic heart disease during treatment with alternating magnetic fields. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*, (2) 33-5 Mar-Apr, Russian, 1.984.
58. Romashov FN., Alekseev GI., Baranovich V.: Use of a pulsatile magnetic field in the treatment of obliterating diseases of the vessels of the lower extremities. *Khirurgiia Mosk*, (2) 93-6, Feb, Russian, 1.982.
59. Polonskii A., Soklakov AI., Cherkasov A.: Experimental and clinical aspects of magnetolaser therapy. *Patol Fiziol Eksp Ter*, (3) 49-52 May-Jun, Russian, 1.984.

60. Gálvez C.: *Magnetoterapia puntual: efectos sobre la obesidad. Tesis de Licenciatura. Dic. pags. 68, 1.984.*
61. Steinhart L., Hlava A., Duska F., et-al. *Obliteration of gastroesophageal collaterals in portal hypertension by means of ferromagnetic powder and a magnetic oesophageal tube. Animal experiment. Sb Ved Pr Lek Fak Univ Karlovy, 24 (4) 511-9, 1.981.*
62. Baumel H., Deixenne R.: *Magnetic continent colostomy device. Use among 36 colostomised. Med Chir Dig (France), 11 (3) 211-213, 1.982.*
63. Zhitnukhin Yu., Zatepyakin Yu., Karasik O.: *Prevention de l'encephalomyelite allergique experimentale chez des cobayes, au moyen de magnetophores. Bjull. Eksp. Med., ISSN 365-9615, vol. 90 n° 12; PP. 713-715, Abs. 1.980.*
64. Zhitnukhin Yu. *Prevention of experimental allergic encephallomyelitis in guinea-pigs by the use of magnetophores. B. Exp. B med.: 90 (12) 1717-1719. 1.980.*
65. Tyvin LI.: *Influence of a constant magnetic field epileptogenic foci in the rabbit hippocampus. Zh Vyssh Nervn Deyat im I P Psvlova 32/3 495-501, 1.985.*
66. Sokolova TM., Stafeeva EN., Ulianova VN. *Use of magnetophore applicators in obstetrical and gynecological practice. Akush Ginecol (Mosk) (7) 50-3, 1.982.*
67. Mikhailova RI., Komarova Z., Semkin V.: *Magnetotherapy in mandibular fractures. Stomatologiya Mosk, 61 (1) 41-3, Russian, 1.982.*
68. Orengo P.: *Nouvelles therapeutiques des entorses de cheville: effets des champs magnetiques sus la perturbation de l'activite tonique posturale secondaire aux entorses de cheville. Symposium international Danse et Medicine. Paris Sorbonne, Octobre, 1.983.*
69. Schramm L.: *On the measurement of magnetophoretic movilities. Coll Surf, 7 (2) 135-146, 1.983.*

70. Lirtsman V., Imamaliyev A.: Use of a steady magnetic field in the treatment of dystrophic diseases of the extremities. *Sov Med.*, (10) 115-7, Russian, 1.982.
71. Krilova L.: Magnetophres in the treatment of glaucoma. *Vestn Oftalmol*, Sep-Oct (5) 63-4, 1.982.
72. Skripka V.: Results of the use of magnetic field in ophthalmology, *Oftalmol Zh*, 36 (6) 321-5, Russian, 1.981.
73. Meyers S.: Intraocular extraction of a magnetic foreign body. *Ophthalmic Surg Dec*, 12 (12) 917, 1.981.
74. Sosak H et-al. : Sectional prostheses connected by samarium-cobalto magnets. *J. Prosthes Dent Oct.*: 52 (4) 556-8. 1.984.
75. Smith G., Laird W., Grant A.: Magnetic retention units for overdentures. *J. Oral Rehabil.*, 10 (6) 481-3, Nov., England, 1.983.
76. Sarmat A.: The efficiency of cobalt samarium magnets os retetien units for overdentures. *Prosthes Dent Dec*: 11 (4) 324-33, 1.983.
77. Luvashvskii V. et-al. Tissue reactions to implantation of samarium-cobalto magnetic devices. *Khirurgia Mark.*: Nov. (11) 148-52, 1.984.
78. Naumenko B., Pidpalyi G.: Use of a permanent magnetic field for treating vibration disease. *Vrach Delo*, (12) 106-8 Dec. Russian, 1981.
79. Gálvez C. : *Magnetoterapia Puntual: efecto sobre la obesidad. Tesis de Licenciatura*, Dic. pags. 92-106. Sevilla, 1.984.
80. Espósito C.: *Microcirculación. Concepta. Barcelona*, pags. 510, 1.981.
81. Heilmeyer H., Kahler HJ.: *La inflamación (su regulación y tratamiento)*. Ed. Toray, Barcelona, pags. 1-7, 1.964.
82. Salvatierra D.: *Mecanismos de la inflamación. Plan de perfeccionamiento en reumatología. Unidad didactical. Ed. Médica Internacional, Madrid*, pags. 52-54. .1984.
83. Robbins S.: *Tratado de patología*, Ed. Interamericana, 2ª edición, pags. 37, 1.985.

84. Lience E.: *Plan de perfeccionamiento en reumatología. Unidad didáctica IV "La atención al paciente reumático"*, Ed. Médica Internacional, Madrid, pags. 545-550. 1.984.
85. Maruyama Y., Anami K., Terasawwa M. : *Antiinflammatory activity of an imidazopyridine derivative. Japan, Arzneim-Forsch/Drug Res.* 31 (11) Nr. 7, pags. 1111-1118, 1.981.
86. Niemegeers C., Verbruggen F., Janssen P.: *Effect of various drugs on carrageenin-induced oedema in the rat hind paw. J Pharm. Pharmacol*, 16, 810-816. 1.964.
87. Whistler R.: *The Merck Index Carrageenan*. 9 ed., pags 238.
88. Trease E., Evans W. *Musgo de Irlanda. "Farmacognosia" C.E.C.S.A. Mexico*, pag. 380-381, 1.984.
89. Martindale A. *Carrageenan. The Extra Pharmacopolia*, 27 ed. pags. 919-920, 1.980.
90. Remington S. *Carrageenan. Pharmaceutical Sciences*. 16 ed. pag. 1244 1.979.
91. Carnauba W. *Carrageenan/Oficial monographs. NE XVI pags.* 1545. 1.981.
92. Colot M.: *Notions techniques de pharmacologie generale. Ed. Masson, et Cie. Paris*, pag. 465-467, 1.972.
93. Liu H.: *Preliminary experimental observation on the effects of magnetism and "native copper" on fracture healing. Chung Hua Wai Ko Tsa Chih*, 21 (1) 1-4, 61 . Jan, China, 1.983.
94. Kopylov A., Troitskii M.: *Effect of magnetic fields on the radiation sensitivity of mice. Radiobiologiya*, 22 (5) 687-90. Sep, Russian, 1.982.
95. Luderer A., Borrelli N., Panzarino J.: *Glass ceramic mediated, magnetic field induced localized hyperthermia: response of a murine mammary carcinoma. Radiat Res* 94 (1) 190-8, Apr, United States, 1.983.

96. Zaragoza J-R.: Segundo curso de Laserterapia. Conferencia inaugural.
Sevilla, Junio 6-7 y 8, 1.986.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes
en el día de la fecha, para juzgar la Tesis Doctoral de
D. _____

titulada _____

acordó otorgarle la calificación de _____

Sevilla, _____ de _____ 19____

El Vocál,

El Vocal,

El Vocal,

El Presidente

El Secretario,

El Doctorado,